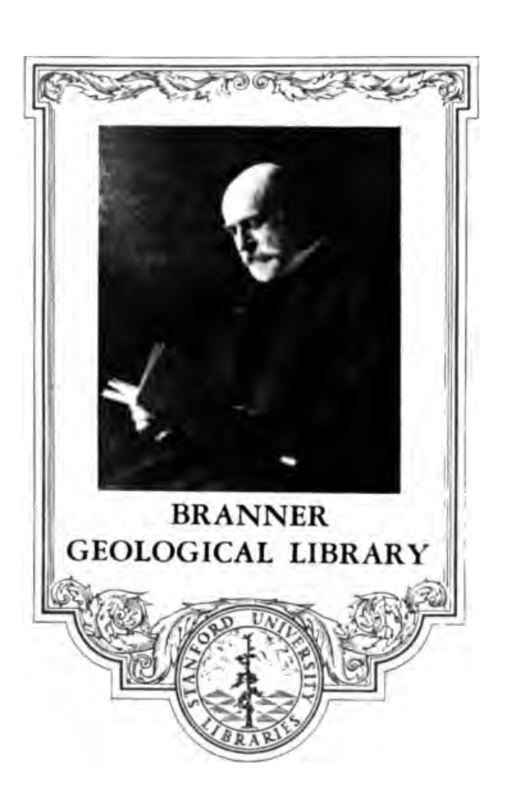






BEITRÄGE

ZUR

GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ

HERAUSGEGEBEN VON DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT

NEUE FOLGE, XXII. LIEFERUNG
DES GANZEN WERKES 52. LIEFERUNG

Die Juranagelfluh.

Von

Dr. **Ernst Schaad.**

Mit 14 Textfiguren, 1 Profiltafel und 1 Karte in 1 : 200,000.

Bern.
In Kommission bei A. Francke (vorm. Schmid & Francke).
1908.
Buchdruckerei Stämpfli & Cie.

Vorwort der geologischen Kommission.

In der Sitzung vom 21. Dezember 1907 legte Herr Dr. *Ernst Schaad* in Basel eine ganz in seinen eigenen Kosten erstellte Monographie über die Juranagelfluh druckfertig der geologischen Kommission zur Prüfung vor. Dieselbe wurde zur Publikation in den „Beiträgen" angenommen.

Für den Inhalt von Text, Profilen und Karte ist der Verfasser allein verantwortlich.

Zürich, im März 1908.

Für die schweizerische geologische Kommission,

Der Präsident:

Dr. **Alb. Heim,** Professor.

Der Sekretär:

Dr. **Aug. Aeppli.**

Vorwort des Verfassers.

Die folgenden Untersuchungen beschäftigen sich nur mit der Juranagelfluh, wie sie am Süd- und Südostfuss des Schwarzwaldes entwickelt ist; die Nagelfluh des Elsgauer Tafeljuras und die polygenen Nagelfluhen des Berner Juras sind nicht in Betracht gezogen, da sie von ganz anderer Zusammensetzung und Herkunft sind.

Die Juranagelfluh ist in einigen der nachher zitierten Schriften bereits mehr oder weniger einlässlich behandelt; aber die betreffenden Autoren befassten sich eben jeweils nur mit der Nagelfluh ihres speziellen Untersuchungsgebietes; eine zusammenhängende und vergleichende Bearbeitung fehlte bis jetzt; auch bei *Früh* (l. c.) ist die Juranagelfluh etwas kurz behandelt. Auf Anregung von Herrn Prof. *Heim* habe ich es deshalb unternommen, die vorhandenen Beobachtungen zu ergänzen und eine kleine Monographie der Juranagelfluh auszuarbeiten.

Bei der Untersuchung der Gerölle hatte ich mich der Mithülfe einiger Fachmänner zu erfreuen. Herr Bergrat Dr. *F. Schalch* in Heidelberg hatte die Güte, die von mir gesammelten kristallinen Gerölle auf ihre Herkunft zu prüfen; ausserdem verdanke ich ihm die Kartierung einiger bis jetzt unbekannter Vorkommen von Juranagelfluh nördlich der Aitrach. Herr Professor *Heim* und Herr Dr. *Rollier* in Zürich bestimmten eine Anzahl fraglicher Gesteine, so namentlich die schwarzen Kalke der Aargauer Nagelfluh und die Korallenkalke vom Randen. Ich spreche den genannten Herren hierfür meinen wärmsten Dank aus, vor allem aber bin ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor *Heim*, zu Dank verpflichtet für den Rat und die Unterstützung, die er mir bei der ganzen Arbeit zu teil werden liess.

Was die beigegebene Karte anbetrifft, so betone ich, dass es nur eine Übersichtskarte ist; es werden gegenwärtig im Aargauer Jura und am Randen von den bewährten Bearbeitern jener Gegenden Aufnahmen in 1 : 25,000 erstellt, die meine Karte in manchen Punkten vervollständigen werden.

Die Helicitenmergel habe ich aus der Juranagelfluh nicht ausgeschieden, da die beiden Bildungen an vielen Orten so rasch wechseln, dass die Kartierung selbst beim Massstab 1 : 25,000 nur schematisch ist.

Basel, im Juli 1907.

E. Schaad.

Wichtigste Literatur.

P. Merian. Übersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in den Umgebungen von Basel, mit besonderer Hinsicht auf das Juragebirge, 1821.

Althaus. Notiz über ein Süsswassergebilde im Höhgau. Jahrb. für Mineral. etc., 1832.

Althaus. Über geologische Verhältnisse im Höhgau. Jahrb. für Mineral. etc., 1835.

P. Merian. Beiträge zur marinischen Tertiärformation im Kanton Basel. Berichte über die Verhandl. der Naturf. Gesellschaft Basel. Bd. III, 1838.

J. Schill. Die Tertiär- und Quartärbildungen am nördlichen Bodensee und im Höhgau, 1858.

Albr. Müller. Geognostische Skizze des Kantons Basel und der angrenzenden Gebiete, nebst geognostischer Karte in Farbendruck. Beiträge zur geolog. Karte d. Schweiz. I. Lfg., 1864.

C. Mösch. Geologische Beschreibung der Umgebung von Brugg, 1867.

C. Mösch. Der Aargauer Jura. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz, IV. Lfg., 1867.

F. J. Würtenberger. Die Tertiärformation im Klettgau. Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft, Bd. 22, 1870.

C. Mösch. Der südliche Aargauer Jura und seine Umgebungen. Beiträge z. geolog. Karte der Schweiz, X. Lfg., 1874.

O. Fraas und *J. Hildenbrand.* Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, 1861—1888.

K. Miller. Das Molassemeer in der Bodenseegegend, 1877.

Alb. Müller. Über die anormalen Lagerungsverhältnisse im westlichen Basler Jura. Verhandl. der Naturf. Gesellschaft zu Basel, 1878.

F. Schalch. Über einige Tertiärbildungen auf dem Randen. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 1878.

F. Schalch. Über einige Tertiärbildungen der Umgebung von Schaffhausen. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 1881.

Th. Engel. Über die sogenannte jurassische Nagelfluh auf der Ulmer Alb. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 1882.

A. Gutzwiller und *F. Schalch.* Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, XIX. Lfg., 1883.

Andreæ. Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs. Abhandlungen zur geolog. Spezialkarte von Elsass-Lothringen, II. Bd., III. Heft, 1884.

F. Mühlberg. Kurze Skizze der geologischen Verhältnisse des Bötzbergtunnels, des Hauensteintunnels, des projektierten Schafmatttunnels und des Grenzgebietes zwischen dem Ketten- und dem Tafeljura überhaupt. Eclog. geol. Helv., vol. I, 1888.

G. Steinmann. Die Nagelfluh von Alpersbach im Schwarzwalde. Berichte der Naturf. Gesellschaft zu Freiburg i. B., Bd. IV, 1888.

J. J. Früh. Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. Neue Denkschriften der allgem. schweiz. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften, Bd. 30, 1890.

A. Gutzwiller. Beitrag zur Kenntnis der Tertiärbildungen der Umgebung von Basel. Verhandlungen der Naturf. Gesellschaft zu Basel, XI, 1890.

A. Gutzwiller. Die tertiären und pleistocänen Ablagerungen der Umgegend von Basel. Berichte des oberrhein. geolog. Vereins, 1892.

F. Mühlberg. Kurze Schilderung des Gebietes der Exkursionen der oberrhein. geolog. Gesellschaft vom 22. bis 24. April 1892 im Jura zwischen Aarau und Olten und im Diluvium bei Aarau. Eclog. geol. Helv., vol. III, Heft 3, 1892.

F. Mühlberg. Bericht über die Exkursion der Schweiz. geolog. Gesellschaft in das Gebiet der Überschiebungen, Verwerfungen und Klippen im Basler und Solothurner Jura vom 7. bis 10. September 1892. Eclog. geol. Helv., vol. III, Heft 5, 1892.

F. Mühlberg. Geologische Exkursionen im östlichen Jura und aargauischen Quartär. Livret-Guide géol. dans le Jura et les Alpes de la Suisse, 1894.

C. Schmidt. Geologische Exkursionen in der Umgebung von Basel und im östlichen Aargauer Jura. Livret-Guide géol. dans le Jura et les Alpes de la Suisse, 1894.

F. Schalch. Über ein neues Vorkommen von Meeres- und Brakwassermolasse bei Anselfingen, unweit Engen im Hegau. Mitteilungen der grossherzogl. bad. geologischen Landesanstalt, 1897.

v. Huene. Ein Beitrag zur Tektonik und zur Kenntnis der Tertiärablagerungen im Basler Tafeljura. Berichte des Oberrhein. geolog. Vereins, 1899.

v. Huene. Geologische Beschreibung der Gegend von Liestal. Verhandl. der Naturf. Gesellschaft zu Basel, XII, 1900.

A. Buxtorf. Über vor- oder altmiocäne Verwerfungen im Basler Tafeljura. Eclog. geol. Helv., VI, 1900.

A. Buxtorf. Geologie der Umgebung von Gelterkinden im Basler Tafeljura. Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, Neue Folge, XI. Lfg., 1901.

G. Steinmann. Die Neuaufschliessung des Alpersbacher Stollens. Berichte des Oberrheinischen geolog. Vereins, 1902.

L. Rollier. Über das Verhältnis vom Helvetien zum Randengrobkalk in der Nordschweiz. Zentralblatt für Mineralogie und Geologie, 1903.

F. Schalch und *A. Gutzwiller*. Zur Altersfrage des Randengrobkalkes und der Austernagelfluh. Zentralblatt für Mineralogie und Geologie, 1904.

L. Rollier. Beweis, dass die Nattheim-Wettingerschichten auch auf der Basler Tafellandschaft ursprünglich vorhanden waren. Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellschaft in Zürich, 1903.

F. Mühlberg. Erläuterungen zu den geologischen Karten des Grenzgebietes zwischen dem Ketten- und Tafeljura. Eclog. geol. Helv., vol. VII, Heft 5, 1905.

Karten.

Karte vom Kanton Basel, geologisch aufgenommen und dargestellt von Dr. *A. Müller* in Basel, 1862.

Blatt III der Dufourkarte, geologisch koloriert von *C. Mösch, U. Stutz* und Inspektor *Vogelsang.*

Blatt VIII der Dufourkarte, geologisch koloriert von *C. Mösch* und *F. Kaufmann.*

Blatt IV der Dufourkarte, geologisch koloriert von *A. Gutzwiller* und *F. Schalch.*

Geologische Karte der Schweiz, 1 : 500,000, bearbeitet von Dr. *A. Heim* und Dr. *C. Schmidt,* 1894.

Geotektonische Skizze der nordwestlichen Schweiz, 1 : 250,000, von *F. Mühlberg.*

Blatt Liestal der Siegfriedkarte, geologisch aufgenommen von *v. Hüene.*

Blatt Gelterkinden der Siegfriedkarte, geologisch aufgenommen von *A. Buxtorf.*

Karte des Aaretales, 1 : 25,000, geologisch aufgenommen von *F. Mühlberg.*

Geognostische Karte von Württemberg, 1 : 50,000, Blätter Tuttlingen, Friedingen, Ebingen, Riedlingen, Heidenheim.

Geologische Übersichtskarte von Württemberg und Baden, dem Elsass und der Pfalz, 1 : 600,000; bearbeitet von *C. Regelmann,* 1906.

Die Verbreitung der Juranagelfluh.

Die Juranagelfluh bedeckt als ausgedehnte Geröllbildung die Plateauflächen des Basler Tafeljuras südlich der Ergolz; dann zieht sie als schmaler Streifen an der Grenze zwischen Tafel- und Kettenjura durch den Kanton Aargau bis gegen Brugg. Sie findet sich wieder auf den Höhen zwischen Rhein und Klettgau und an vereinzelten Punkten des südlichen Randens; nordöstlich von der grossen Verwerfungslinie Thaingen-Füetzen tritt sie plötzlich in bedeutender Ausdehnung und Mächtigkeit auf und reicht als geschlossener Komplex bis zur Donau; längs derselben hin findet man sie noch in einzelnen zerstückelten Resten am Südrande der schwäbischen Alb bis gegen Ulm.

Die Juranagelfluh bildet also um den Süd- und Südostfuss des alten Schwarzwaldes herum einen höchstens 10 km. breiten, über 200 km. langen Streifen, der freilich heute ganz zerfetzt ist und wahrscheinlich auch früher nicht überall zusammenhing.

In bezug auf die petrographische Zusammensetzung zeigen sich sehr grosse Verschiedenheiten; doch liessen sich mehrere Geröllbildungen unterscheiden, deren Zusammensetzung wenigstens insofern gleichmässig ist, dass die gleichen Gesteine vorkommen, wobei dann freilich in bezug auf die Häufigkeit der einzelnen Gesteinsarten immer noch grosse Schwankungen bestehen. Ich unterscheide demnach:

1. Die Juranagelfluh des Basler Juras.
2. „ „ des Aargauer Juras.
3. „ „ des Randens und Hegaus.
4. „ „ der schwäbischen Alb.

Im folgenden sollen diese Geröllbildungen genauer untersucht werden.

I. Die Juranagelfluh des Basler Juras.

Profil I und II.

Vorkommen.

Das Vorkommen der Juranagelfluh im Kanton Baselland fällt ungefähr mit dem Einzugsgebiet der Ergolz zusammen; zwischen dem vorderen Frenken-

tal und dem Homburgertal ist sie horizontal und vertikal am mächtigsten entwickelt und nimmt nach Westen und Osten rasch an Ausdehnung ab. Die einzelnen Vorkommnisse ordnen sich in bezug auf die Auflagerungshöhen schön zusammen, so dass sich leicht erkennen lässt, dass sie früher eine einheitliche Decke bildeten.

Der nördlichste Punkt, wo Juranagelfluh bekannt ist, ist die Luchern bei Sissach; die Gerölle liegen auf Hauptrogenstein und unterm Dogger; im Norden ist die Auflagerungshöhe bei 630—640 m., im Süden schon etwas tiefer, bei 620 m.; die Stelle ist besonders bemerkenswert, weil unmittelbar zu beiden Seiten höhere Berge sind, die keine Juranagelfluh-Bedeckung haben; wir werden weiter unten noch einmal auf diese Tatsache zurückkommen.

Südlich von der Ergolz findet sich auf den von der Erosion noch nicht zerstörten Plateauflächen in einer Höhe von 610—620 m. wieder Juranagelfluh; dieselbe sinkt mit dem Plateaujura nach Süden ein, jedoch nicht konkordant, indem im Norden die Gerölle allgemein auf Hauptrogenstein liegen, nach Süden aber auf immer jüngere Schichten, bis zum mittleren Malm, übergreifen. Die Juranagelfluh transgrediert auch in der Regel über die vielen Verwerfungen, von denen der Tafeljura durchsetzt ist.

Bei der Zunzgerhardt macht sich ein rasches Fallen nach Westen bemerkbar, so dass in der Gegend von Höllstein die Juranagelfluh bei 510 bis 520 m. auflagert; westlich vom Höllsteinertal liegt sie aber schon wieder höher, bei zirka 540 m.; ja es hat nördlich von Lampenberg Hügel bis zu 570 m., die keine Juranagelfluh zeigen. Bei Ziefen finden sich hingegen wieder Reste der frühern Gerölldecke in der Höhe von 460—500 m., so auf dem Ebnet, Weidli und Bamberg.

Mit dem Südrand des Tafeljuras taucht die Juranagelfluh unter den überschobenen Kettenjura; in allen Tälern, z. B. bei Niederdorf, Diegten, Zeglingen u. s. w. kann man beobachten, wie sie sich von den Plateauflächen als schmales Band mit raschem Senken an den Talwänden hinabzieht und am andern Gehänge wieder emporsteigt; sie ist eingeklemmt zwischen dem herabgedrückten Rand des Tafeljuras und den darüber hinauf geschobenen Stücken des Kettenjuras.

In der Gegend von Läufelfingen ist die Juranagelfluh mit dem überschobenen Teil hochgehoben worden und erreicht bei Dietlisberg eine Höhe von 720 m., bei Ramsach sogar 770 m.; sie zieht sich von beiden Seiten gegen Läufelfingen herab und kreuzt den Talboden ungefähr beim Tunnelportal. (Siehe das Hauensteinprofil von *Mühlberg* 1902.)

Westlich von der Abendmatt ist die Tertiärdecke des Plateaujuras nirgends mehr in grösserer Ausdehnung erhalten, da die Erosion schon zu weit vorgeschritten ist; die schon erwähnten Relikte um Ziefen herum zeigen aber, dass die Juranagelfluh auch in jener Gegend entwickelt war. Das lässt sich auch an der zwischen Tafel- und Kettenjura eingeklemmten Juranagelfluh beweisen, die sich noch weiter nach Westen verfolgen lässt. So zieht sich vom Plateau der Abendmatt aus ein schmales Tertiärband um die Klippe des Gling herum, und die Juranagelfluh ist z. B. bei Baach wieder schön aufgeschlossen; bei Titterten fand ich Blöcke einer Breccie, die viele Gerölle von Juranagelfluh enthält. Tertiäre Mergel, Juranagelfluh und Süsswasserkalke liessen sich auch nördlich und westlich von Arboldswil wieder nachweisen; sie ziehen sich um den Kastelenberg herum, überschreiten den Arlisberg und steigen am Talhang herab gegen Reigoldswil; auf der andern Seite des Tales findet sich beim Hof Eichen wieder Süsswasserkalk, der sich bis gegen das Seewertal hin verfolgen lässt.

Dort verschwinden dann die Tertiärablagerungen und erst zirka 5 km. weiter westlich, bei Meltigen und Breitenbach, tritt wieder eine Nagelfluhbildung auf, die aber neben Jurageröllen bereits viele alpine Kalke enthält und also der polygenen Juranagelfluh angehört.

Auch gegen Osten hin nimmt die Juranagelfluh des Basellandes rasch an Ausdehnung ab; sie findet sich noch auf den Höhen um Rünenberg und in der Gegend von Zeglingen und taucht unter das Homberggewölbe ein. Weiter östlich ist auf dem Plateau keine Juranagelfluh mehr entwickelt; was auf Blatt III der Dufourkarte als solche kartiert ist, ist zum Teil Süsswasserkalk, zum Teil aber Erratikum. Dagegen finden wir bei Oltingen nochmals rote Tertiärmergel, die viele, ganz eckige Malmstücke enthalten.

Bei Anwil und Kienberg treten an Stelle der Juranagelfluh auf dem Plateaujura ausgedehnte Süsswasserkalkbildungen, welche die Juranagelfluh des Basellandes von der petrographisch ganz verschiedenen des Aargaus trennen; wahrscheinlich sind sie gleichzeitig mit den Geröllbildungen abgelagert worden.

Zusammensetzung.

Die Juranagelfluh besteht aus Geröllen von sehr verschiedener Grösse; es finden sich erbsen-, nuss-, faust- und kopfgrosse, ja gelegentlich solche bis zu einem Durchmesser von $0{,}_5$ m. Die durchschnittliche Grösse wechselt lokal sehr stark; im allgemeinen ist aber eine Abnahme der Geröllgrösse nach Süden zu konstatieren. Manchmal sind Gerölle aller Grössen regellos gemischt,

während in andern Aufschlüssen deutliche Schichtung nach der Grösse zu bemerken ist.

Dachziegelförmige Lagerung der scheibenförmigen Gerölle ist selten schön zu beobachten; doch lässt wohl die Anordnung der Geschiebe, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, auch auf eine Strömung von Norden her schliessen. Wo die Gerölle eben von Zement umhüllt und in denselben eingebacken sind, haben sie ihre anfängliche Lage behalten; wo sie aber direkt aufeinander liegen, haben sie sich gegenseitig Eindrücke gemacht, wodurch das Konglomerat zusammensinken musste und die ursprüngliche Anordnung gestört wurde.



Fig. 1. **Stück aus der Grube bei Punkt 614** (nordwestlich von Rünenberg). 1 : 10.

Die Rundung der Gerölle ist sehr ungleich; neben vollkommen gerundeten liegen solche, die nur an den Kanten gerundet, oder beinahe noch ganz eckig sind. Die einzelnen Gesteinsarten verhalten sich in dieser Beziehung verschieden; so sind die Buntsandsteine trotz ihrer Härte ausnahmslos schön gerundet und kommen also jedenfalls am weitesten her, während man beim Malm oft noch ganz eckige Stücke trifft, die keinen langen Transport durchgemacht haben können.

Auch die Verfestigung der Juranagelfluh ist ungemein wechselnd; es finden sich ganz lockere Kiesmassen und sehr feste Nagelfluhen; der Grad der Verkittung ist bedingt durch das Vorhandensein und die Art des Zementes. Dieser ist meistens sandig und besteht dann zum grössten Teil aus kleinen Körnchen der gleichen Gesteine wie die Juranagelfluh. Häufig finden sich darin aber auch Quarzkörnchen, die wahrscheinlich aus zerriebenen kristallinen Gesteinen und aus dem Buntsandstein herstammen; lokal enthält das Bindemittel manchmal auch ziemlich viel Glimmer, der zum Teil ebenfalls aus kristallinen Gesteinen, zum Teil auch aus den glimmerreichen Sandsteinen des Buntsandsteins und Keupers herrühren mag. Oft ist das Bindemittel auch mergelig-tonig und von rötlicher Farbe, wodurch dann Übergänge entstehen von der Juranagelfluh zu den Helizitenmergeln, die ihrerseits ja auch nicht selten Gerölle und Gesteinsbrocken enthalten. Als sekundäre Bildung tritt in festen Nagelfluhen ziemlich häufig auch calcitisches Bindemittel auf als Ausfüllung von Spalten oder zwischen einzelnen Geröllen.

Der sandige und mergelige Zement muss gleichzeitig mit den Geröllen abgelagert worden sein, denn er umhüllt dieselben oft völlig, so dass sie sich

nicht berühren. Von der Häufigkeit des Bindemittels hängt auch die Entstehung von Eindrücken ab, auf die wir später zurückkommen werden.

Oft bilden Sand und Tonmergel in den Geröllen Bänder und Schmitzen, die meistens rasch nach einer Seite hin auskeilen. Aus dem Verlauf derselben lassen sich auch Schlüsse ziehen auf die Strömungsrichtung; so wird man z. B. in Fig. 2 aus dem Zusammentreffen der Sandsteinschmitze mit dem feinen Geröllband auf eine Strömung senkrecht zu der betreffenden Wand, also entweder NS oder SN schliessen.

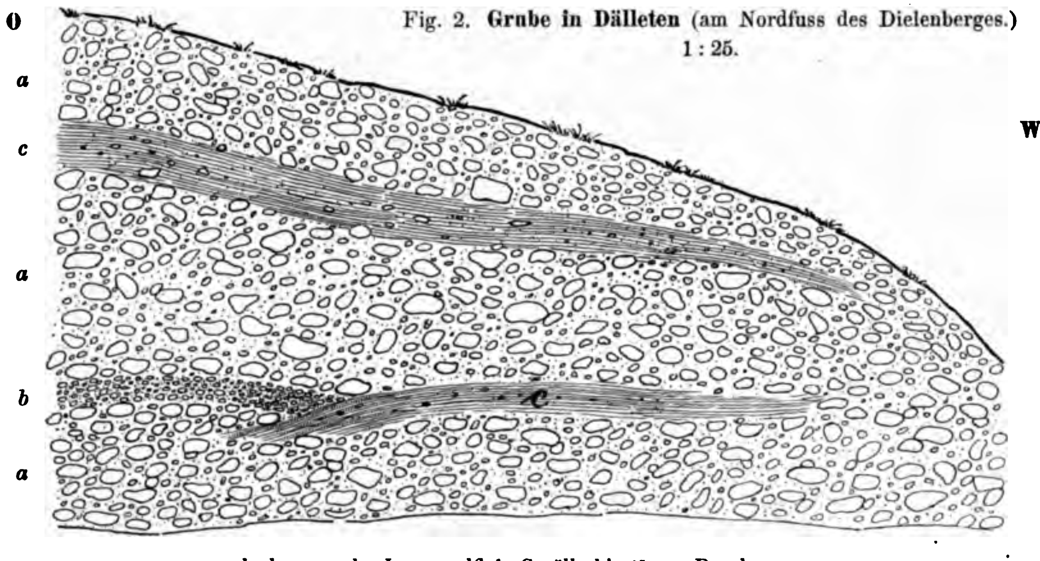


Fig. 2. **Grube in Dälleten** (am Nordfuss des Dielenberges.) 1 : 25.

a = lockere, grobe Juranagelfluh, Gerölle bis 15 cm. Durchmesser.
b = feines Geröllband, Gerölle 1—3 cm. gross.
c = auskeilende Bänder von hartem Sandstein mit einzelnen Geröllen.

Der Zement kann an Menge so zunehmen, dass er den Hauptbestandteil bildet; die Gerölle kommen entweder nur vereinzelt darin vor, oder sie bilden mehr oder weniger mächtige Geröllbänder; der Sandstein tritt dann manchmal in bis 1 m. mächtigen Bänken auf, die einen sehr harten Bruchstein liefern.

Unter den Geröllen fanden sich alle härteren Gesteinsarten vom kristallinen Grundgebirge bis zu den Tertiärbildungen; die prozentuale Zusammensetzung wechselt von Aufschluss zu Aufschluss; so zählte ich

	Luchern	Zunzgerhardt	Dälleten
Tertiär	—	1 %	2 %
Malm	17 %	25 %	15 %
Dogger	55 %	40 %	35 %
Lias	—	vereinzelt	—

	Luchern	Zunzgerhardt	Dälleten
Muschelkalk	20 %	30 %	45 %
Buntsandstein	8 %	5 %	1 %
Granite, Porphyre, Quarzite	1/2 %	1 %	2 %

Kristalline Gesteine.

Dieselben sind durchaus nicht selten, werden aber, da sie meist klein und zu Grus verwittert sind, leicht übersehen, wenn man nicht in frisch geöffnete Gruben geht. So fand ich in dem in Fig. 2 abgebildeten Aufschluss in Dälleten am Dielenberg auf einer Fläche von zirka 8 m² 33 grössere und viele kleinere, freilich ausnahmslos verwitterte kristalline Gerölle. Herr Bergrat Schalch bestimmte unter den von mir gesammelten Proben:

1. Rote Granite vom Typus des Schwarzwald- oder Vogesengranites.
2. Kleinkörnige, rote Granite, gleichen sehr einer bei Säckingen vorkommenden Granitabänderung.
3. Kleinkörnige, graue Granite, ziemlich sicher aus dem Schwarzwald stammend.
4. Granit, ähnlich dem Triberger Granit des Schwarzwaldes.
5. Pegmatitisches Quarzfeldspatgemenge, mutmasslich von einem Pegmatitgang im Gneiss oder Granit.
6. Quarzporphyre vom Aussehen gewisser Schwarzwaldgranophyre.
7. Porphyrtuff aus dem mittleren Rotliegenden (Kristalltuff); kann sehr wohl aus dem Schwarzwald stammen.
8. Kalksilikatfels, gleicht sehr den gleichnamigen Gesteinen im Grundgebirge des Schwarzwaldes, kommt aber ähnlich auch in den Alpen vor.

Als Ursprungsort der Gerölle kann also mit ziemlicher Sicherheit der Schwarzwald angenommen werden, wobei freilich Vogesenmaterial nicht ausgeschlossen ist.

Buntsandstein.

Die Häufigkeit der Buntsandsteingerölle schwankt etwa zwischen 1—8 %; sie bilden aber immer einen sehr hervortretenden Bestandteil der Juranagelfluh, da sie durch ihre Grösse auffallen; solche mit einem Durchmesser von 0,4—0,5 m. sind nicht sehr selten. Die Rundung ist durchwegs vollkommen, was bei einem so harten Gestein einen weiten Transport voraussetzt.

Durch die Verwitterung ist der Buntsandstein teilweise schon weich und sandig geworden; auffallend ist die starke Bleichung der Gerölle; beinahe alle

sind im Innern weissgrau oder gelblich; nur bei wenigen sieht man im Zentrum noch Flecken, wo sich die rote Farbe erhalten hat. Nach *Schumacher* (Die Bildung und der Aufbau des oberrheinischen Tieflandes) sind auch die Buntsandsteingerölle des Elsässer Pleistocäns alle gebleicht, während diejenigen der Juranagelfluh des Randens meist noch rote Färbung zeigen. Eindrücke und Anbohrungen habe ich an den Buntsandsteinen nie bemerkt.

Es finden sich Sandsteine von feinem und gröberem Korn; oft enthalten sie schön gerundete Quarzitgerölle von Erbsen- bis Haselnussgrösse. Solche weisse oder bläuliche Quarzite, die wahrscheinlich aus dem Hauptkonglomerat des Buntsandsteins stammen, treten auch für sich allein in der Juranagelfluh auf; daneben findet man nicht selten Karneole und Kalzedone aus dem Karneolhorizont. Einige Gerölle von hartem, rotem, schiefrigem Sandstein, der ziemlich viel Glimmer enthält, rühren wohl aus den sogenannten Zwischenschichten des Buntsandsteins her.

Muschelkalk.

Die Muschelkalkgerölle machen in der Basler Juranagelfluh etwa 20—45 % aus. Es finden sich alle Übergänge von dichten Gesteinen bis zu den grobspätigen Kalken der Enkrinitenbänke; sie zeigen meist noch die typische, rauchgraue Farbe, doch finden sich auch hellere, gelbliche oder ganz dunkelgraue Stücke.

Die dichten Kalke enthalten gewöhnlich keine Versteinerungen; die betreffenden Gerölle sind an der Oberfläche ganz glatt und zeigen deshalb oft ausgezeichnet schön erhaltene Eindrücke; die spätigen Kalke sind häufig ganz erfüllt mit Stielgliedern von Encrinus liliiformis; daneben finden sich die gewöhnlichen Versteinerungen des Muschelkalkes: Terebratula vulgaris, Lima striata, Pecten discites, Gervillia socialis u. s. w. Durch die Verwitterung treten die Versteinerungen sehr gut zu Tage, weshalb die Oberfläche dieser Gerölle ganz rauh, oft auch mit feinen, haarförmigen Linien bedeckt ist.

Sehr häufig finden sich in der Juranagelfluh bis 5 cm. grosse, noch vollständig eckige Stücke von grauen bis schwarzen, oft auch gebänderten Quarziten und Hornsteinen, die zum Teil schön oolithisch sind; sie stammen aus dem mittleren Muschelkalk, wo sie in ganz gleicher Weise vorkommen.

Keuper.

Gerölle von Keuper habe ich in der Juranagelfluh bis jetzt noch nicht nachweisen können; die betreffenden Gesteine sind eben zu weich für einen

längeren Transport; dagegen könnte das oft rötliche Bindemittel der Juranagelfluh zum Teil von zerriebenen Keupersandsteinen herrühren.

Lias.

Auch der Lias ist unter den Geröllen der Basler Juranagelfluh sehr spärlich vertreten, entsprechend der geringen Mächtigkeit und der vorzugsweise mergelig-tonigen Beschaffenheit des Lias in dieser Gegend. Ich fand Gerölle von hartem, spätigem Kalk, dem Arietenkalk entsprechend, im Innern graublau, aussen bräunlich, rostig anwitternd, mit Bruchstücken von Gryphæen und Belemniten.

Dogger.

Der Dogger bildet den stärksten Prozentsatz der Gerölle, oft mehr als die Hälfte; ich notierte auf Luchern 55 %, bei Känerkinden 50 %, auf der Zunzgerhardt 40 %, in Dälleten 35 %, im Egghübelfeld 30 %.

Aus dem unteren Dogger finden sich braune, grünliche und blaugraue, zum Teil spätige, manchmal etwas eisenoolithische Kalke, die u. a. Am. Murchisonæ enthalten. Als Seltenheit fand ich eine braune, feinspätige Echinodermenbreccie, wie sie im westlichen Basler Jura vorkommt.

Der Hauptrogenstein macht an manchen Orten allein die Hälfte der Gerölle aus; dieselben zeigen die verschiedensten Grössen und sind oft gut gerundet, häufig aber noch ziemlich eckig; es finden sich weissliche, gelbe, braune, oft sogar ganz rote Kalke vom feinsten bis zu grobem Korn; Gerölle mit Ostrea accuminata und Terebratula maxillata sind nicht selten.

Aus dem obern Dogger trifft man sandige oder spätige Kalke mit Rhynchonella varians, Ostrea Knorri u. s. w.; seltener sind rostbraune, eisenoolithische Kalke der Makrocephalusschichten.

Malm.

Etwa 15—25 % der Juranagelfluhgerölle bestehen aus Malm; dieselben stammen jedenfalls ganz aus der Nähe, da sie im allgemeinen sehr schlecht gerundet sind.

Aus dem Argovien findet man etwa graublaue Mergelkalke, die vielleicht aus den kalkigen Partien der Effingerschichten herkommen; am häufigsten sind aber feste, gelbliche bis braune Kalke der Geissbergschichten.

Das Sequan ist vertreten durch weisse, oolithische Kalke; ferner fand ich namentlich gegen Süden hin zahlreiche Korallenkalke, entsprechend denjenigen des westlichen Faciesbezirkes.

Tertiär.

Tertiärgerölle sind ziemlich selten, können aber lokal doch bis zu 5 % betragen; es kommen rötliche oder hellgraue Süsswasserkalke vor; auch marine Molasse habe ich bei Rünenberg in ziemlich grossen, schlecht gerundeten Schollen in der Juranagelfluh gefunden.

Alter der Juranagelfluh des Basellandes.

Es sind bisher in der Juranagelfluh noch keine Fossilien gefunden worden, die eine direkte Altersbestimmung erlauben würden; doch ist es aus verschiedenen Profilen und aus den tektonischen Verhältnissen möglich, die stratigraphische Stellung der Juranagelfluh ziemlich genau festzulegen.

In einem Steinbruch beim Hof Gisiberg ist folgendes Profil zu beobachten:

4) 1—$1,_{2}$ m. Juranagelfluh;

3) $0,_{4}$—$0,_{6}$ m. rote, bröcklige Mergel;

2) $0,_{9}$—$1,_{1}$ m. rötlicher und grauer Süsswasserkalk;

1) zirka 4 m. marine Molasse (Kalksandstein und Muschelbreccie).

A. Buxtorf hat verschiedene Profile veröffentlicht (Geologie der Umgebung von Gelterkinden), die uns ganz ähnliche Verhältnisse zeigen; überall folgt auf die marine Molasse eine Brack- oder Süsswasserbildung, bestehend aus Süsswasserkalken und Mergeln, auf welchen, zum Teil transgredierend, die Juranagelfluh liegt; die Oberfläche der Süsswasserablagerungen ist oft sehr unregelmässig, wahrscheinlich durch die anfängliche Erosion der Bäche, die dann die Juranagelfluh angeschwemmt haben.

Die marine Molasse ist weiter südlich und westlich nicht mehr zu beobachten; dagegen liessen sich rote und braune Mergel und Süsswasserkalke an vielen andern Stellen als Liegendes der Juranagelfluh nachweisen; nach Süden scheinen diese Bildungen viel mächtiger zu werden als in den angegebenen Profilen; so sind z. B. im Maiacker südlich von Bennwil Helizitenmergel und Süsswasserkalke in einer Mächtigkeit von zirka 20 m. aufgeschlossen.

Echte Helizitenmergel habe ich im Basler Jura nicht häufig beobachtet; sie lagen immer unter der Juranagelfluh; so in einer Grube bei Bisnach östlich von Hölstein, wo unter einer $0,_{4}$—$0,_{5}$ mächtigen Gerölldecke 1—$1,_{1}$ m. rote Mergel mit sehr vielen Heliziten aufgeschlossen waren.

Da die Juranagelfluh die letzte Tertiärbildung des Basler Jura ist, können wir die Altersgrenze nach oben nicht festsetzen; wir wissen nur, dass sie jünger ist als das Helvetien, aber nicht, wie viel, denn es kann ja nach Ab-

lagerung der Brack- und Süsswasserbildungen ein Unterbruch in der Sedimentation stattgefunden haben. Dass dieser aber nicht lange gedauert haben kann, beweisen uns die tektonischen Verhältnisse; wie schon bemerkt, ist die Juranagelfluh von den überschobenen Teilen des Kettenjuras bedeckt, zum Teil auch selbst in die Faltung einbezogen worden; sie muss also älter sein als die Hauptfaltung des Jura. Da dieselbe am Ende der Miocänzeit stattgefunden hat, ergibt sich als Bildungszeit der Juranagelfluh das Obermiocän, also etwa das Tortonien.

Herkunft und Bildung der Basler Juranagelfluh.

Die Untersuchung der kristallinen Gerölle hat ergeben, dass dieselben aus dem Schwarzwald stammen; bei gewissen Gesteinen ist freilich die Herkunft aus den Vogesen nicht ausgeschlossen; doch ist ein solcher Transport schwer denkbar, da die oberrheinische Tiefebene ja damals schon bestand, während die betreffenden Gerölle 2—300 m. höher liegen.

Auch die sedimentären Gerölle der Juranagelfluh stammen jedenfalls aus der alten Sedimentdecke des Schwarzwaldes; wir finden ziemlich alle härteren Gesteine, die noch heute an manchen Stellen der Südabdachung des Schwarzwaldes anstehen, auch unter der Juranagelfluh. Durch das Vorkommen der betreffenden Gesteine in dem Schlotbasalte bei Alpersbach ist bewiesen, dass der ganze Schwarzwald einst mit Sedimenten bedeckt war, die nun freilich heute auf den höheren Teilen des Gebirges vollständig erodiert sind und jedenfalls das Material für die Juranagelfluh geliefert haben.

Über die Verhältnisse im Ablagerungsgebiete ist folgendes zu bemerken. Die Auflagerungsfläche der Juranagelfluh liegt in der Gegend von Hölstein und Ziefen mit 460—500 m. am tiefsten; nach Nordosten steigt sie rasch um 100 m. und hält sich von der Tennikerfluh bis Rünenberg auf der Höhe von zirka 600 m. Nördlich der Ergolz erheben sich die Berge mehr als 100 m. über dieses Niveau (Sissacherfluh 743 m., Farnsburg 759 m. u. s. w.); im Westen bildet das Gempenplateau (765 m.) einen mächtigen, 250 m. hohen Wall.

Wir haben deshalb zuerst die Frage zu untersuchen, ob diese grossen Niveauunterschiede schon bei der Ablagerung der Juranagelfluh existierten, oder ob sie erst nachträglichen Dislokationen zuzuschreiben sind.

Wie schon erwähnt, liegt auf der Luchern bei Sissach die Juranagelfluh von 615—630 m. an auf Hauptrogenstein und unterm Dogger; 1 km. weiter westlich erhebt sich der Schward in mittlerem Malm bis zu 656 m.; unmittel-

bar östlich steht der Hauptrogensteinfelsen der Sissacherfluh (743 m.), beide ohne eine Spur von Tertiärbedeckung. (Siehe untenstehendes Profil nach der Karte von *v. Huene.*)

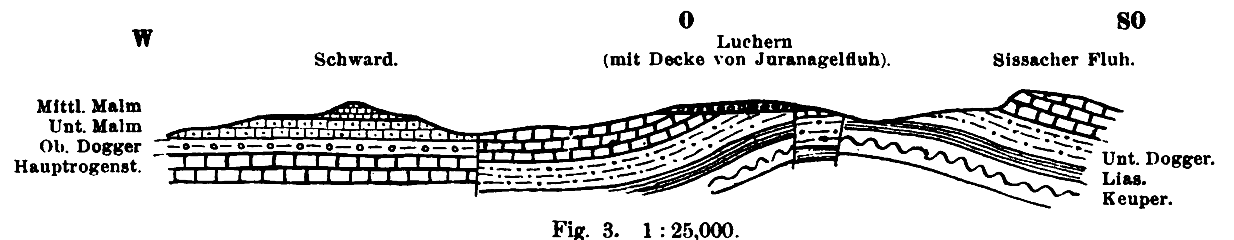


Fig. 3. 1 : 25,000.

Buxtorf schreibt hierüber (Geologie der Umgebung von Gelterkinden, pag. 98): „Auf dem Rücken der Tafelberge im Norden des Ergolztales tritt nirgends mehr Juranagelfluh auf, sie ist dort längst der Erosion anheimgefallen. Nun findet sich aber im Tafeljura nördlich von Sissach auf der Luchern ein deckenartiges Relikt von Juranagelfluh in tieferem Niveau als die benachbarten Doggerfelsen der Sissacherfluh. Daraus kann zum vorneherein der Schluss gezogen werden, dass zwischen Luchern und Sissacherfluh Störungen durchstreichen, welche auch die Juranagelfluh mitverworfen haben.“

Er scheint also anzunehmen, dass die Ablagerung der Juranagelfluh auf einer Fläche mindestens im Niveau der Sissacherfluh vor sich ging, und dass der Einbruch der Luchern erst später erfolgte; auf dem abgesunkenen Teil wären die Gerölle erhalten geblieben, während sie auf den Horsten rasch abgespült wurden.

Wie man nun aber aus Fig. 3 sieht, fallen unterer Dogger und Hauptrogenstein der Luchern stark nach Westen ein, während die Juranagelfluh transgredierend horizontal darüber liegt; das Gebiet muss also schon lange vor der Ablagerung der Gerölle gestört und dann stark erodiert worden sein.

Das westlich davon liegende Tafelstück des Schward ist noch zirka 60 m. tiefer abgesunken als die Luchern; trotzdem zeigt die Sequankuppe desselben, die jetzt noch etwa 30—40 m. höher ist als die Auflagerungsfläche der Juranagelfluh auf Luchern, keine Tertiärbedeckung.

Nach dem Gesagten erscheint es mir ziemlich sicher, dass die Störungen auf Luchern älter sind als die Juranagelfluh, also wohl gleichaltrig mit den übrigen Verwerfungen des Tafeljuras, die Juranagelfluh der Luchern ist in einem von den tektonischen Verhältnissen unabhängigen, wenig tiefen, miocänen Tale abgelagert worden; das ursprünglich höher liegende Bruchstück der Luchern war vor der Ablagerung der Gerölle so tief erodiert, dass seine Oberfläche wenigstens 30 m. tiefer lag als die des Schward; dieser sowie die Sissacherfluh hatten wohl nie eine Tertiärbedeckung.

Die Auflagerungshöhe der Juranagelfluh auf Luchern stimmt denn auch ganz schön mit derjenigen der 3—4 km. weiter südlich gelegenen Vorkommnisse auf der Zunzgerhardt und der Tennikerfluh.

Was nun die tiefe Lage der Juranagelfluh gegen Westen hin anbelangt, so scheint mir auch dies nicht die Folge späterer, nach Ablagerung der Juranagelfluh eingetretener Störungen zu sein; in Profil II sieht man, wie die Gerölle auf stark nach Westen geneigter Fläche auflagern, aber auch wieder über die staffelförmigen Verwerfungen des Tafeljura transgredieren; sie liegen nicht auf einer tektonischen, sondern auf einer Erosionsfläche. Auch sonst ist das Sinken der Juranagelfluh, abgesehen von einem gleich zu erwähnenden Punkte, überall kontinuierlich, nicht sprungweise, wie es bei Verwerfungen der Fall sein müsste.

Merkwürdig ist nun allerdings, dass unter der Juranagelfluh in jener Gegend keine marinen Tertiärgebilde anzutreffen sind; wenn das Gebiet damals schon etwa 100 m. tiefer lag als der östliche Teil des Tafeljuras, so muss es doch auch vom Tertiärmeer überflutet gewesen sein, und wenn vielleicht gerade der grössern Tiefe wegen keine Küstenkonglomerate gebildet worden sind, so sollte sich doch sonst noch irgend ein mariner Absatz finden.

Es ist sehr wohl möglich, dass sich gelegentlich noch Niederschläge des Tertiärmeeres nachweisen lassen, denn die Aufschlüsse, wo sich das Liegende der Juranagelfluh beobachten lässt, sind sehr selten. Ich habe wenigstens an verschiedenen Orten angebohrte Juranagelfluhgerölle gefunden; bei Arboldswil und bei Dietisberg beobachtete ich auch anstehenden Fels, der ganz von Bohrmuscheln zerfressen war Das Fehlen tertiärer Meeresbildungen ist vielleicht auch dadurch zu erklären, dass diese Gegend infolge ihrer tiefen Lage beim Rückzug des Tertiärmeeres einer lebhaften Erosion ausgesetzt war, welche die wenig mächtigen marinen Niederschläge rasch entfernte.

Mit diesen Auseinandersetzungen will ich nun aber nicht behaupten, dass gar keine Störungen mehr eingetreten seien nach Ablagerung der Juranagelfluh. Man findet hie und da kleine Reste oder einzelne Gerölle derselben an den Abhängen des Plateaus; gewöhnlich sind sie aber nicht durch eine Verwerfung, sondern durch blosse Verrutschung oder Verschwemmung in ihre tiefe Lage gelangt; doch will ich wenigstens auf eine Stelle aufmerksam machen, wo die Juranagelfluh auch mitverworfen worden ist.

Auf dem Plateau westlich von Wittinsburg liegt die Geröllldecke in normaler Höhe, etwa von Kurve 600 an. Steigt man über den Hauptrogenstein-Steilabfall gegen Diegten hinab, so trifft man am Fuss des Abhanges, im „Klebenrain“, einen schmalen Streifen Juranagelfluh, dem sich nach Westen hin Argovien anschliesst, während in „Giessen“ schon wieder Dogger zu Tage

tritt; noch etwas weiter westlich zieht sich von Punkt 495 gegen den Hof Rüti ein zweiter Tertiärstreifen, bestehend aus roten Mergeln, Juranagelfluh und grauen bis weissen, versteinerungsreichen Süsswasserkalken; im „Langenlang" sind wieder Steinbrüche im Hauptrogenstein angelegt.

Die Sedimenttafel ist also hier *mit der Juranagelfluh* um etwa 100 m. abgesunken. Bei genauer Untersuchung der tektonischen Verhältnisse, die mir bei der grossen Ausdehnung des Juranagelfluh-Gebietes nicht möglich war, wird man wahrscheinlich noch mehr solcher jüngerer Verwerfungen finden und vielleicht auch entscheiden können, ob sie im Zusammenhang stehen mit der Bildung des Kettenjuras.

Fassen wir die Niveauverhältnisse zusammen, so ergibt sich ein Flusssystem, das, noch nicht abgelenkt durch das Rheintal, die Gerölle vom Schwarzwald herab an den Fuss des Tafeljuras spülte und dort ablagerte; in der Gegend der heutigen Frenkentäler, aber in entgegengesetzter Richtung, mag etwa der Hauptabfluss gewesen sein.

In den höher am Schwarzwald gelegenen Teilen des Tafeljuras hatte die Erosion schon die ganze Sedimentdecke durchnagt und auch die kristallinen Gesteine angegriffen; in der Gegend des heutigen Ergolztales stand sie im untern Dogger und im Hauptrogenstein, weiter südlich im untern und mittlern Malm. Durch die Aufwölbung des Kettenjuras wurde die Erosion im untern Teil der Talwege ausser Tätigkeit gesetzt und es begann die Alluvion, die Auffüllung der Täler mit Geröllen.

Es würden sich für die Tertiärzeit also ungefähr folgende Vorgänge ergeben: das Tertiärmeer, dessen Küstenkonglomerate wir auf dem Tafeljura finden, stand wahrscheinlich zuerst nach Süden in Verbindung mit dem schweizerischen Tertiärmeer. Schon damals spülten die Schwarzwaldflüsse ihre Geschiebe in das Meer, wie die häufigen Gerölle in den Muschelagglomeraten und die angebohrten Gerölle in der Juranagelfluh beweisen. Die beginnende Aufstauung des Kettenjuras trennte den nördlichen Meeresteil ab, welcher nun allmählich aussüsste; in dem Brack- und Süsswasser bildeten sich die mergelig-kalkigen Niederschläge, die überall auf die marinen Absätze folgen. Die Süsswasserseen mögen sehr ausgedehnt gewesen sein und weit nach Süden gereicht haben; allmählich wurden sie von Norden her mit Geröllen ausgefüllt, während im Süden die Bildung des Süsswasserkalkes noch lange andauerte; zwischen den Schuttkegeln der Bäche hatte es Seen und Tümpel, in denen sich die roten Helizitenmergel niederschlugen. Nach der Trockenlegung des Gebietes erfolgte wohl schon am Ende der Miocänzeit die Ablenkung des Flusssystems nach Westen, in die Oberrheinische Tiefebene, und damit begann die Abtragung der Tertiärbildungen.



II. Die Aargauer Juranagelfluh.

Profil 3.

Vorkommen.

Die Aargauer Juranagelfluh scheint nicht im Zusammenhang mit derjenigen des Basellandes gestanden zu haben, wofür auch die ganz andere Zusammensetzung spricht. Auf den Höhen um Anwil und Kienberg trifft man bei einer Meereshöhe von zirka 600 m., wo sonst weiter westlich die Juranagelfluh auftrat, ausgedehnte Süsswasserkalke an, die stellenweise häufig schlecht erhaltene Fossilien einschliessen, so Heliziten, Clausilien u. s. w.

Dieser Süsswasserkalk könnte gleichzeitig oder nach der Juranagelfluh entstanden sein, etwa in einem See, der die beiden grossen Geröllbildungen des Basellandes und des Aargaus trennte; allerdings fand ich im „Awander“ nordöstlich von Anwil einige Juranagelfluhgerölle auf dem Süsswasserkalk, aber vermischt mit erratischen Geschieben; sie können also durch einen Gletscher hierher gebracht worden sein. Für jungmiocänes Alter des betreffenden Kalkes sprechen auch eine Anzahl grauer Kalkmumien, die ich ebenfalls auf dem Süsswasserkalke im „Awander“ fand und die nach gütiger Mitteilung von Dr. *Rollier* in Form und Grösse genau mit denjenigen übereinstimmen, die er bei Vermes, in der Nähe von Delsberg, sammelte, wo sie über einer Nagelfluh liegen, die der Aargauer Juranagelfluh im Alter entspricht.

Weiter gegen Osten, so auf dem „Schilt“ und im „Weissenweg“, treten auf dem Süsswasserkalke $1-1^1/_2$ m. helle oder rote Mergel auf; im „Figget“, westlich von Wölflinswil, fand ich in denselben wieder Juranagelfluhgerölle und östlich von der genannten Ortschaft tritt dann die Juranagelfluh in einer Höhe von 550—500 m. in zusammenhängender Verbreitung auf. Die Erosion des Fricktales hat von dem ehemaligen Geröllfeld nur noch ein schmales Band am Südrand des Tafeljuras übrig gelassen, das über Herznach und Ober-Zeihen bis an den Bötzberg zu verfolgen ist; dort springt die Juranagelfluh plötzlich weit nach Norden vor und bedeckt das ganze Plateau bis zur Senke von Umiken-Remigen.

Die Mächtigkeit der Gerölle und Helizitenmergel beträgt stellenweise zusammen bis 80 m.; so beim Stalden, bei Ober-Hafen u. s. w.

Im allgemeinen hat die Aargauer Juranagelfluh eine etwa 100 m. tiefere Lage als die des Basellandes; im Gegensatz zu letzterer ist auch eine starke Senkung der Auflagerungshöhe nach Südosten zu bemerken, so dass diese in der Gegend von Umiken bei 420 m. ihre tiefste Lage erreicht.

Die tektonischen Verhältnisse entsprechen denjenigen im Baselland vollständig; die Juranagelfluh sinkt mit dem Plateaujura nach Süden ein und setzt sich auch unter den überschobenen Falten des Kettenjuras noch fort; so sieht man bei Oberhof und im „Risshübel" Juranagelfluh und Helizitenmergel direkt unter dem Muschelkalk des Strichen; ebenso überlagert an der Pfaffenhalde und Burghalde bei Densbüren die überkippte nördliche Falte die Tertiärbildungen; das Profil 3 zeigt beim Bötzberg ähnliche Verhältnisse.

Wie im Baselland sind auch hier an manchen Orten die tertiären Ablagerungen bei der Bildung des Kettenjuras in die Höhe gehoben worden, so dass man etwas südlich von der Nagelfluh des Tafeljuras noch einen schmalen Streifen Juranagelfluh oder Helizitenmergel in höherer Lage findet, so an der Pfaffenhalde, im Sulzbann östlich von Densbüren, am Homberg u. s. w.

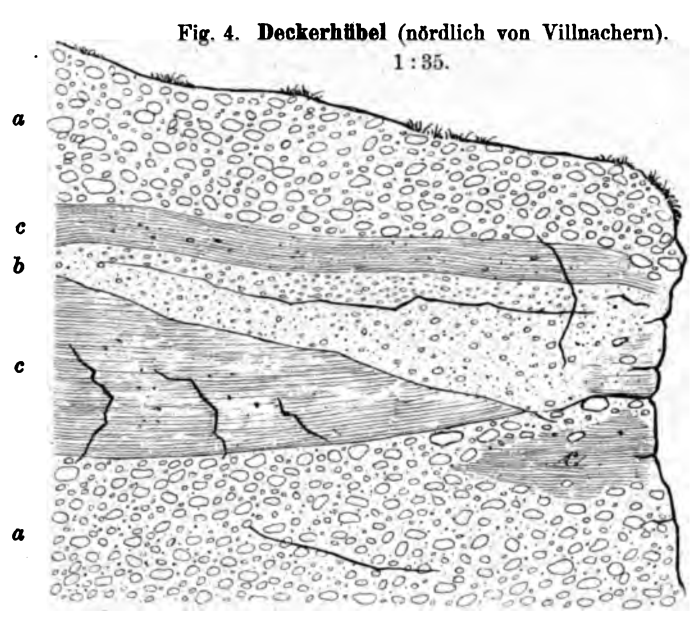
Zusammensetzung.

Die Juranagelfluh des Aargaus unterscheidet sich von derjenigen des Basellandes in mancher Beziehung; vor allem ist die grosse Verbreitung der Helizitenmergel auffallend, so dass die Gerölle häufig nur als untergeordnete Einlagerung erscheinen. Beide Bildungen lassen sich nicht scharf voneinander trennen; gewöhnlich überlagern die Helizitenmergel die Juranagelfluh, manchmal ist das Umgekehrte der Fall; an vielen Stellen ist auch seitlicher Ersatz der einen Bildung durch die andere zu beobachten. *Mühlberg* macht darauf aufmerksam (Eclog. VIII, Nr. 5, pag. 501), dass die Juranagelfluh in den Helizitenmergeln mehr oder weniger lange Rinnen erfülle, wobei die obern Bänke eines Nagelfluhkomplexes etwas ausgedehnter seien als die untern und darüber hinausragen, wie es bei einer Ablagerung von Geröllen in einer Fluss- oder Bachrinne mit schrägen Ufern der Fall sein müsse. Auch ich habe in einigen Aufschlüssen ähnliche Beobachtungen gemacht; an andern Stellen haben sich die Helizitenmergel wohl über der Juranagelfluh, etwa in Tümpeln auf den Geröllfeldern oder zwischen den einzelnen Bachschuttkegeln abgelagert. Manchenorts enthalten die Helizitenmergel sehr viele, zum Teil noch ganz eckige Malmgerölle, so dass sie oft mehr einer Breccie gleichen.

In bezug auf Grösse, Rundung u. s. w. der Gerölle kann auf das verwiesen werden, was über die Basler Juranagelfluh gesagt wurde; nur ist im Aargau das Material stellenweise noch gröber und eckiger; so beobachtete ich z. B. „im Rank", nördlich von Gallenkirch, eine äusserst grobe, schlecht gerundete Nagelfluh, die beinahe nur Gerölle von Kopfgrösse, ja häufig solche mit einem Durchmesser von 50—60 cm. enthielt.

Gegenüber der Juranagelfluh des Basellandes ist im allgemeinen eine viel stärkere Verfestigung infolge grösserer Beimengung von sandigem Material zu konstatieren. Demgemäss tritt auch der Juranagelfluhsandstein in viel grösserer Verbreitung und Mächtigkeit auf. Es ist ein äusserst harter Stein, der oft vereinzelte oder in Bändern angeordnete Gerölle führt und seitlich häufig in die Nagelfluh übergeht; er bildet innerhalb derselben oft rasch auskeilende Schmitzen, oft auch durchgehende Bänke von einer Mächtigkeit von mehr als 1 m. (Fig. 4).

Fig. 4. **Deckerhübel** (nördlich von Villnachern). 1 : 35.



a. Fest verkittete Juranagelfluh; Gerölle bis 12 cm. Durchmesser.
b. Harter, grober Sandstein mit vielen kleinen Geröllen.
c. Feiner, bankiger Sandstein mit vereinzelten Geröllen.

Bezüglich der Zusammensetzung ist aber der auffallendste Unterschied von der Basler Nagelfluh das vollständige Fehlen triasischer Gerölle; von den so typischen Buntsandsteinen, den massenhaften Muschelkalken ist nichts mehr vorhanden, auch Lias und unterer Dogger wurden nie beobachtet.

Dagegen fand ich auf meiner letzten Exkursion in einem Juranagelfluhsteinbruch einige 100 m. westlich von Unter-Hafen auf dem Bötzberg ein Geröll von Granit. Es ist vollständig ausgeschlossen, dass dasselbe etwa durch einen Gletscher hergebracht und nachträglich in die Nagelfluh gelangte, denn es lag $1^1/_2$ m. tief unter der Oberfläche in einer äusserst festen Nagelfluh eingebacken. Nach *Rollier* gleicht dasselbe den Graniten mit roten Feldspäten in der subalpinen Molasse, aber auch Schwarzwaldabstammung ist nicht ausgeschlossen; das eine wäre so interessant wie das andere, denn bis jetzt ist in der Aargauer Juranagelfluh noch kein Geröll gefunden worden, das älter war als der Hauptrogenstein.

Hauptrogenstein und Malm bilden weitaus den vorherrschenden Bestandteil unter den Geröllen; dazu kommen dann noch oberer Dogger und Süsswasserkalke.

Dogger.

Der **Hauptrogenstein** bildet an manchen Orten 60—65 % der Gerölle; nach *Mühlberg* (Erläuterungen zu den geologischen Karten des Grenzgebietes zwischen dem Ketten- und Tafeljura) sollen nur grobe Oolithe des obern Hauptrogensteins vorkommen; dieselben herrschen allerdings vor; doch finden sich auch etwa weisslich-gelbe, ganz feine Oolithe, die dem untern Hauptrogenstein entstammen. Häufig (etwa 10 %) sind Gerölle aus den Acuminata- und Maxillataschichten.

Aus dem **obern Dogger** fand ich grünlichen, sandigspätigen Kalk mit Oppelia aspidoides; rotbraune Kalke mit Rhynchonella varians und braune Mergelkalke, zum Teil mit spärlichen Oolithen, die vielleicht den Macrocephalusschichten angehören.

Malm.

Der Malm tritt meistens in grossen (bis $0{,}6$ m. Durchmesser), oft noch ganz eckigen Stücken auf, die nicht weit her stammen können; er bildet etwa 20—45 % der Gerölle.

Unterer Malm. Zu den Birmensdorferschichten könnten vielleicht hellgraue, fleckige Mergelkalke gehören, während tonige, graublaue Kalke etwa den Effingerschichten entstammen könnten; beide Geröllarten sind ziemlich selten; häufig aber finden sich die ockerfarbigen, feinkörnigen Kalke der Geissbergschichten.

Mittlerer Malm. Weitaus die meisten Malmgerölle bestehen aber aus gelblichweissen bis bräunlichen, dichten, splittrigen Kalken der Wangener-Letzischichten.

Aus dem Sequan stammen auch die in der Literatur schon mehrfach erwähnten **schwarzen Kalke** der Aargauer Juranagelfluh. *Mösch* (Der Aargauer Jura) gab nämlich an, dass sich in der Nagelfluh des Bötzberges 1 % Hochgebirgskalk finde; *Früh* (l. c.) bezweifelte das und vermutete, dass eine Verwechslung vorliege mit den schwarzen Purbeck- oder Eocänkalken, die im westlichen Jura an einigen Stellen vorkommen. Ich habe diesen Kalken besondere Aufmerksamkeit geschenkt und eine ganze Anzahl Stücke zusammengebracht, die im geologischen Institut in Zürich untersucht wurden. Es sind violettgrauschwarze bis ganz schwarze Kalke, die zum Teil ausgezeichnet oolithisch sind; die Ähnlichkeit mancher Stücke mit gewissen jurassischen Alpenkalken ist nicht zu verkennen. Die Dünnschliffe zeigen feine Echinodermensplitter oder Muscheltrümmer, Spuren vereinzelter Foraminiferen und als Bindemittel feinkörnigen Kalk. Nach den Angaben von *Heim* und *Rollier* ent-

stammen diese dunkeln Kalke dem jurassischen Sequan; sie kommen als unoxydierte Knollen und Linsen im Berner und Basler Jura vor und können ganz gut auch in der ehemaligen Sedimentdecke des Schwarzwaldes vorhanden gewesen sein.

Tertiär.

Tertiärgerölle habe ich von 0—12 $^0/_0$ gezählt. Es sind meistens Süsswasserkalke, daneben etwa Knollen und Konkretionen aus den Helizitenmergeln und als Seltenheit gerollte Stücke von Muschelsandstein; auch Bohnerze finden sich hie und da unter den Geröllen.

Alter der Aargauer Juranagelfluh.

Die Juranagelfluh liegt im Aargauer Jura nirgends mehr auf Dogger, sondern überall auf Malm und zwar im Westen durchwegs auf Argovien, nach Osten hin allmählich übergreifend auf das Sequan bis zu den Wangenerschichten. Am Bötzbergplateau schiebt sich an manchen Stellen marine Molasse mit stark wechselnder Mächtigkeit dazwischen — bekannt sind die Brüche im „Kalofen“; hie und da bilden Bohnerztone, am Linnerberg nach dem Profil von *Mühlberg* sogar die untere Süsswassermolasse das Liegende der Juranagelfluh; an einigen Orten konnte ich auch beobachten, dass unter derselben $0{,}_2$—$0{,}_5$ m. der gleichen roten, fossilleeren Mergel entwickelt waren, wie im Baselland.

Aus dem vorhin erwähnten Profil sieht man, dass die Juranagelfluh am Linnerberg überlagert wird von oberer Süsswassermolasse; das gleiche lässt sich konstatieren auf „Hofstatt“, östlich von Ursprung, wo über der Juranagelfluh ein graugrüner Sandstein der obern Süsswassermolasse liegt, der neben einzelnen Juranagelfluhgeröllen auch schlecht erhaltene Exemplare von Unio flabellatus einschliesst.

Östlich von der Linie Umiken-Riniken findet sich keine Juranagelfluh mehr; an ihrer Stelle trifft man überall obere Süsswassermolasse. Die stratigraphische Stellung der Juranagelfluh ist also hier ganz genau fixiert; sie liegt zum Teil auf mariner Molasse und wird seitlich ersetzt, lokal sogar noch etwas überlagert von der obern Süsswassermolasse; *Mühlberg* nennt deshalb mit Recht die Süsswassermolasse die helvetische Facies, Juranagelfluh und Helizitenmergel die jurassische Facies des Obermiocäns; leider ist gerade der Übergang der einen Facies in die andere bei dem Tälchen Umiken-Riniken erodiert worden.

Herkunft und Bildung der Aargauer Juranagelfluh.

Die Gesteine der Aargauer Juranagelfluh stimmen ihrer Beschaffenheit nach mit denen des Basellandes und Breisgaus überein, die wohl in gleicher Weise auch höher am Südabhang des Schwarzwaldes entwickelt waren. Wo sich dachziegelförmige Lagerung beobachten liess, wies diese immer nach Westen bis Norden; ebenso stimmt das Auskeilen der Sandsteinbänke und Geröllbänder mit einer Strömung aus dieser Richtung.

Eine einheitliche Entstehung der Juranagelfluh des Basellandes und Aargaus ist wohl ausgeschlossen wegen der vollständig verschiedenen Zusammensetzung. Wollte man von der Art der Gerölle auf das Alter der beiden Bildungen schliessen, so käme man dazu, die Juranagelfluh des Aargaus als älter zu erklären, da sie nur Gerölle der jüngeren Sedimente enthält, also gebildet wurde, als die Erosion noch nicht tiefer als bis zum mittleren Dogger gedrungen war. Da aber aus den stratigraphischen und tektonischen Verhältnissen gleichzeitige Entstehung wahrscheinlich ist, fällt diese Erklärung wohl dahin. Vielleicht könnte das Fehlen älterer Sedimente aber daher rühren, dass die Flüsse und Bäche, welche die betreffenden Gerölle anschwemmten, ihr Einzugsgebiet im östlichen Teil des abgesunkenen Dinkelbergs und in der Gegend des Rheintals von Rheinfelden bis Laufenburg hatten, wo ja die Sedimente, welche der Aargauer Nagelfluh fehlen, zum Teil noch heute anstehen.

Ein grosser Teil der Gerölle stammt jedenfalls nicht weit her, speziell können die grossen, oft noch eckigen Malmstücke keinen weiten Transport erlitten haben; Beobachtungen an den heutigen Jurabächen haben mir gezeigt, dass schon nach verhältnismässig kurzem Lauf die Geschiebe ganz ordentlich gerundet sind, so dass man den Ursprungsort der Juranagelfluhgerölle gewiss nicht allzuweit zu suchen hat.

Was das Ablagerungsgebiet anbelangt, so ist schon bemerkt worden, dass die Auflagerungshöhe nach Südosten sinkt und bei Umiken etwa noch 420 m. beträgt. Nördlich von der Nagelfluhzone erheben sich, wie im Baselland, eine Anzahl Berge weit über das Niveau der Geröllfelder, so der Schinberg (730 m.), der Geissacker (702 m.), der Geissberg (701 m.) u. s. w. Auch hier scheint es mir sehr wahrscheinlich, dass diese Berge nie eine Tertiärdecke trugen; dieselbe wäre sonst auf so ausgedehnten Plateauflächen wie der Geissacker und Geissberg wohl noch irgendwo erhalten geblieben.

Den Anlass zu einer so mächtigen Geröllbildung mag auch im Kanton Aargau die beginnende Aufstauung des Kettenjuras gegeben haben.



III. Die Juranagelfluh des Randens und Hegaus.

Profil IV und V.

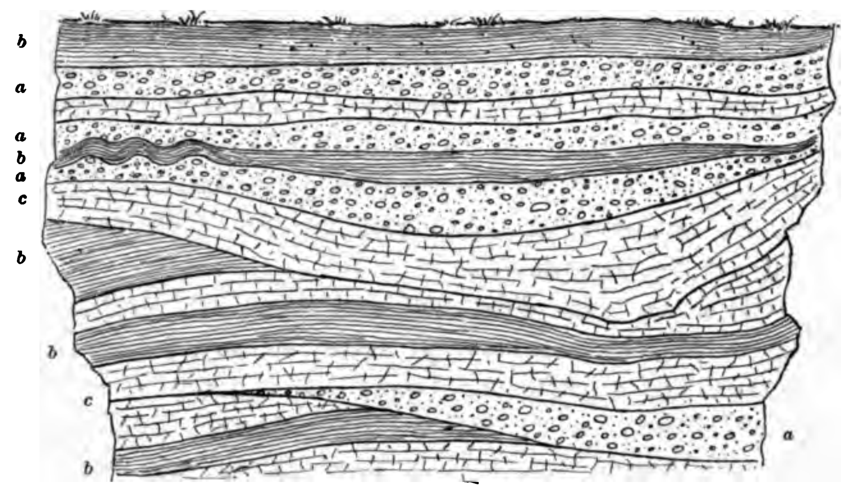
Vorkommen.

In dem Winkel zwischen Aare und Rhein ist noch keine Juranagelfluh gefunden worden, sondern es ist dort überall die normale, obere Süsswassermolasse entwickelt. Dagegen tritt die Juranagelfluh sofort nördlich vom Rhein wieder auf und bedeckt von 600—620 m. an die Kuppen der Berge zwischen dem Rheintal und dem Klettgau. Sie liegt beinahe überall auf mariner Molasse, speziell auf dem sogenannten Melaniensand; gegen Westen transgredieren die Gerölle an verschiedenen Stellen auf Malm, so bei der Küssaburg und auf dem Bohl; die Auflagerungshöhe sinkt schwach nach Süden ein.

Die Zusammensetzung der Juranagelfluh stimmt mit derjenigen des Randens überein und soll deshalb später besprochen werden; dagegen ist ein bemerkenswerter Unterschied in bezug auf die Mergel, die auch hier zwischen den marinen Bildungen und der Juranagelfluh auftreten; während sie anderwärts eine Mächtigkeit von höchstens einigen Metern haben, finden wir hier eine 40—60 m. mächtige Bildung von etwas anderer Beschaffenheit. Es sind ockergelbe, oft auch rote und violette, feinsandige Tonmergel, in welchen sich feste, gelbliche Mergelsandsteine, die sogenannten Bergsteine, in Bänken bis zu $1^1/_2$ m. Dicke finden. Der Sandstein enthält häufig vereinzelte Gerölle Juranagelfluh; oft bilden dieselben auch kleine Geröllbänder, die mit dem Bergstein wechsellagern (Fig. 5); nach oben werden die Gerölle häufiger und bilden zuletzt das normale Juranagelfluh-Konglomerat. Es rechtfertigt sich also, die ganze Mergelbildung auch zur Juranagelfluh zu stellen; es ist nur eine sandige Facies derselben, die in einem ruhigen Fluss oder in einer Seebucht abgelagert wurde. *Würtenberger* fand an einer Stelle eine Anzahl Baumblätter, unter denen namentlich Populus-Arten vorherrschen; in andern Aufschlüssen ist dagegen fluviatile Schichtung zu beobachten. (Fig. 5.)

Merkwürdig ist das vereinzelte Auftreten von Juranagelfluh in zirka 50 m. tieferem Niveau auf dem „Bohl“ zwischen Klettgau und Wutachtal, während sonst nach dem Schwarzwald hin die Auflagerungshöhe steigt. Eine Verwerfung, welche diese Differenz auf so kurze Entfernung erklären würde, ist nicht bekannt; ausserdem liegen die Gerölle am Bohl in den untersten wohlgeschichteten Kalken, bei der Küssaburg auf den obersten Partien derselben; die Juranagelfluh wurde also nicht auf einer ebenen Fläche, sondern auf einem schwach erodierten Gelände abgelagert. Das ergibt sich übrigens auch an andern

Fig. 5. **Grube am Kaltwang.** 1 : 50.



a = stark verkittete Juranagelfluh, Gerölle nuss- bis faustgross.
b = ockergelber, feinsandiger, bröckliger Tonmergel.
c = gelber, fester Mergelsandstein.

Stellen; so steht z. B. die Küssaburg mit 631 m. Höhe auf Malm, während 500 m. weiter östlich die Juranagelfluh schon bei der Kurve 600 wieder aufgeschlossen ist.

Am Profil IV durch Bohl· und Eichlebuck ist das Auskeilen der untern Süsswassermolasse nach Norden besonders zu beachten; da auch noch nie Molassegerölle in der Juranagelfluh gefunden worden sind, so kann sie schon aus diesem Grunde nicht weit an den Schwarzwald hinauf gereicht haben.

Im südlichen Teil des Randens kommt die Juranagelfluh nur ganz vereinzelt und in schwacher Entwicklung vor. Am Buchberg, westlich von Merishausen, steht eine lockere Nagelfluh an, die fast ausschliesslich aus Malm besteht; sie ist jedenfalls von mariner Molasse (Grobkalk) unterteuft, da Blöcke derselben überall herumliegen und auch beim Bau der nahen Burg schon verwendet wurden. Bekannter sind die Vorkommnisse bei Lohn und Büttenhardt, wo *Schalch* die Aufeinanderfolge von marinen Sanden, brackischen Dreissena-Schichten und Juranagelfluh nachgewiesen hat.

Nördlich von der Verwerfungslinie Thaingen-Füetzen tritt die Juranagelfluh plötzlich in grosser Ausdehnung auf und erstreckt sich in einer Breite von 8—10 km. bis an die Donau. Gewöhnlich bildet sie nur eine dünne Decke von mehreren Metern, stellenweise gewinnt sie aber eine Mächtigkeit von zirka 100 Metern, so beim Dorfe Nordhalden, am Wannenberg bei Thengen u. s. w.

Die Juranagelfluh liegt gegen den Schwarzwald hin am höchsten; sie erreicht in der Gegend der Aitrach beinahe überall die Meereshöhe von 800 m.

(zwischen Neuhaus und Dorf Randen 838 m.). Sie senkt sich mit der Sedimenttafel nach Südosten und taucht ungefähr auf der Linie Tuttlingen-Engen-Thaingen bei zirka 500—550 m. unter die quartäre Geröllandschaft des Rheintales, wobei sich das Material natürlich oft vermischt, so dass die Grenze sehr schwer genau anzugeben ist. An den Abhängen der Täler sieht man häufig mitten in diluvialen Geröllen noch Wände von Juranagelfluh; an andern Stellen gehen die quartären Bildungen auch viel höher und finden sich bis zu 700 m. hinauf auf der Juranagelfluh.

Die Gerölle liegen meist direkt auf dem Malm, und zwar, wie im Basler Jura, auf um so jüngern Schichten, je weiter sie vom Schwarzwald entfernt sind; so bei Geisingen nördlich der Donau auf Impressatonen, bei Kirchen, Aulfingen, Epfenhofen u. s. w. auf wohlgeschichteten Kalken, südlich von Immendingen, bei Thengen u. s. w. auf Massenkalken, am Witthoch und bei Engen auf Plattenkalken.

An vielen Orten bilden Grobkalk oder rote Mergel das Liegende der Juranagelfluh; über diese Verhältnisse sollen weiter unten einige Profile mitgeteilt werden.

Zusammensetzung.

In bezug auf Grösse der Gerölle, Lagerung, Rundung u. s. w. kann auf das verwiesen werden, was über die Basler Juranagelfluh gesagt worden ist. Die Verfestigung ist im allgemeinen nicht stark, indem als Bindemittel oft bräunlichgelbe bis rote Tone und Mergel auftreten; Beispiele für schmitzenförmige Anordnung des feinen Materials und das rasche Auskeilen der Schichten mögen folgende Figuren geben:

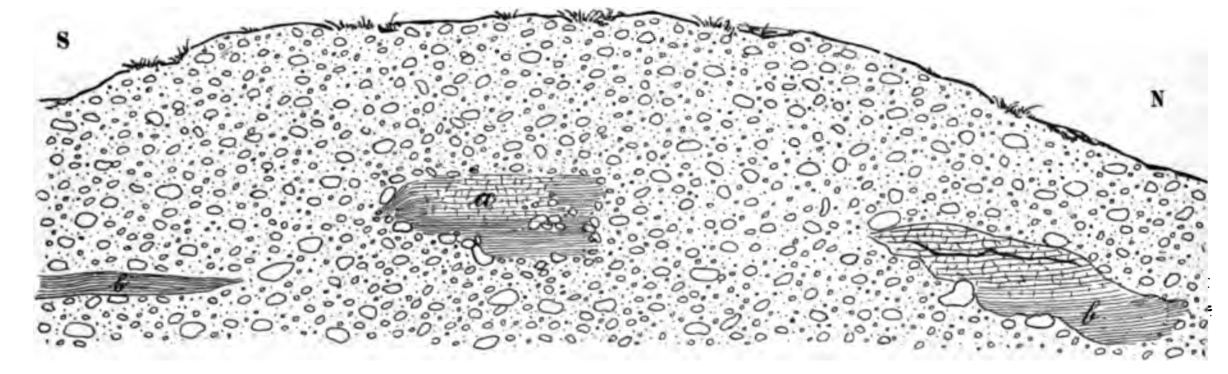


Fig. 6. **Kiesgrube südlich von Braunenhof bei Stetten.** 1 : 50.
Juranagelfluh mit Einlagerungen von bröckligem Mergel (*a*) und feinem Sandstein (*b*).

An manchen Stellen gewinnen die Mergel und Sande die Oberhand und die Gerölle kommen dann nur vereinzelt oder als dünne Bänder vor; es ist

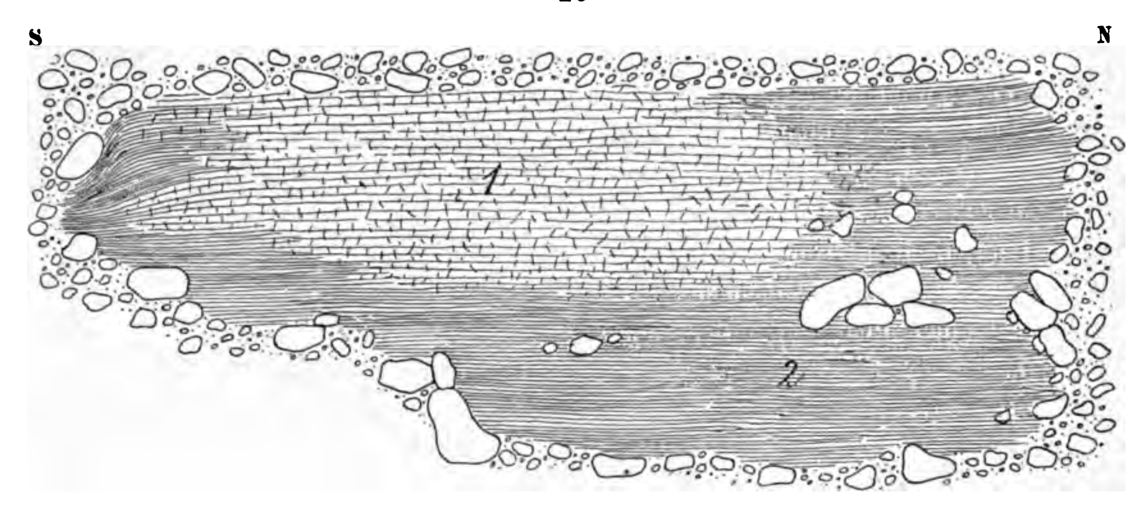


Fig. 7. **Partie bei a in Fig. 6 im Massstab 1:10.**
1 = bröcklige, gelbbraune Mergel. 2 = feiner, grau bis braungrauer Sandstein.

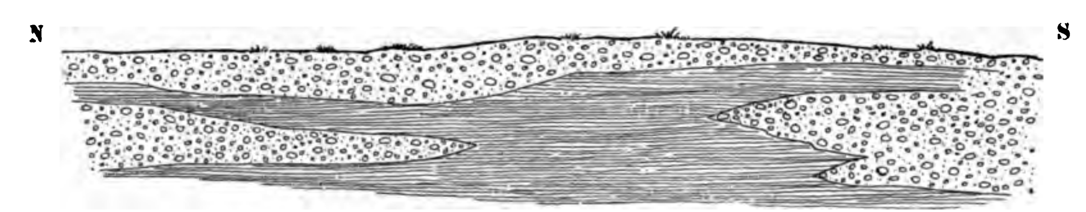


Fig. 8. **Böschung am neuen Weg auf den Linsberg bei Aulfingen.** 1 : 100.
Einlagerung einer Mergelschicht in der Juranagelfluh.

dies namentlich der Fall in den untersten Partien, worüber folgendes Profil aus einem Aufschluss im „Holzent", westlich von Welschingen, mitgeteilt sein mag:

10. 1—$1,_{2}$ m. braune und rote Mergel,
9. $0,_{5}$ m. feste Sandsteinbank,
8. $0,_{45}$—$0,_{55}$ m. braun und rot gefleckte Mergel,
7. $0,_{4}$ m. harte Bank von grauem und rotem Sandstein,
6. $0,_{75}$ m. bankige, rot, gelblich und grau gefleckte Mergel,
5. $0,_{35}$ m. harte zerklüftete Sandsteinbank,
4. $0,_{2}$ m. Geröllband,
3. $0,_{15}$ m. braune Mergel,
2. $0,_{15}$ m. Geröllband mit viel Mergelbindemittel,
1. $1,_{2}$ m. bröcklige, zum Teil knollige, glimmerhaltige, gelb und rot gefleckte Mergel.

In den Sandsteinen fand ich an einigen Stellen eine zirka 1 mm. dicke, kohlige Schicht, wahrscheinlich von Pflanzenresten herstammend.



Die Helizitenmergel sind am Randen nicht so verbreitet wie in der Aargauer Nagelfluh; sondern die Verhältnisse gleichen völlig denen im Baselland. Die roten Mergel finden sich gewöhnlich im Liegenden der Juranagelfluh; an manchen Orten, so auf dem Klausenhof bei Füetzen, an der Strasse vom Zollhaus nach dem Dorf Randen u. s. w. enthalten sie sehr viele Steinkerne von Heliziten; in den Grobkalkbrüchen von Altorf und Wiechs sind sie ganz versteinerungsleer. Am Witthoch habe ich als Einlagerung in die Juranagelfluh, zum Teil auch über derselben, ähnliche fossilleere Mergel beobachtet, die sich aber durch die bräunliche, oft etwas weissfleckige Farbe auszeichnen.

Die petrographische Zusammensetzung der Juranagelfluh zeigt lokal sehr grosse Verschiedenheiten. Am Witthoch besteht sie zu 90 % aus Malm, der Rest ist Dogger, ältere Gesteine habe ich nicht beobachtet. Bei Geisingen und in der Gegend von Engen fand ich 30—35 % Muschelkalk, 3—5 % Lias, 20—25 % Dogger, 35—40 % Malm, 5 % tertiäre Gerölle. Etwas weiter nordwestlich, oberhalb Stetten, treten die Buntsandsteine auf, die auf den Höhen um Leipferdingen sehr häufig werden und wohl 10 % ausmachen können. Auf den höchsten Punkten, auf dem Worberg bei Kommingen und beim Dorf Randen, kommen dann noch Granite und Gneisse hinzu, von denen ich in einigen Aufschlüssen mehr als 5 % gezählt habe.

Die am weitesten vom Schwarzwald entfernte Nagelfluh besteht also aus den jüngeren Sedimenten; je näher man dem Schwarzwald kommt und je höher man gelangt, desto ältere Gesteine treten auf. Es findet eben bei der Sedimentation eine Umkehrung der Gesteine in bezug auf ihr Alter statt; was im Sammelgebiet der Flüsse zu oberst liegt, kommt im Ablagerungsgebiet untenhin; wenn die Erosion tiefer greift, werden immer ältere Gesteine forttransportiert und auf die jüngern abgelagert. Dies gilt natürlich nur im grossen und ganzen und bei einer ungestörten Sedimentdecke; Verschiebungen der Flussläufe u. s. w. werden die Erscheinung stören.

Etwas Ähnliches muss auch hier stattgefunden haben; wie schon bemerkt, fand ich kristalline Gerölle nur in den obersten, jüngsten Partien der Juranagelfluh; in den untern Geröllschichten treten sie nirgends auf. Dagegen habe ich ganz die gleichen Granite wieder gefunden in einer Schicht im Liegenden der Nagelfluh, unmittelbar über dem Grobkalk; das betreffende Profil wird später mitgeteilt werden. Nach dem Rückzug des Tertiärmeeres muss also schon ein Fluss das Grundgebirge des Schwarzwaldes angegriffen haben, später haben dann bei Ablagerung der eigentlichen Juranagelfluh andere Flüsse wieder Sedimentgerölle angespült und sich erst bis zum Ende der Juranagelfluhzeit auf das kristalline Gestein durchgearbeitet.

Ich habe bis jetzt folgende Gesteine gefunden:

Kristalline Gesteine.

Sie sind in den obersten Partien der Juranagelfluh ziemlich häufig, namentlich auf dem Worberg bei Kommingen und um das Dorf Randen herum; in einer Grube zählte ich an der frisch entblössten Wand 23 kristalline Gerölle auf 1 m^2 Fläche. Die betreffenden Gerölle sind meist klein, nuss- bis eigross und gewöhnlich zu Grus verwittert, so dass oft keine genaue Vergleichung mehr möglich ist. Doch hat *Schalch* unter den ihm gesandten Proben noch folgendes bestimmen können:

1. Vergruste Gneisse, die sehr wohl aus dem Schwarzwald stammen können.
2. Klein- bis grobkörnige Granite mit rötlichem Feldspat, die dem Eisenbacher Granit des Schwarzwaldes gleichen.
3. Granite mit rotem Feldspat, schwarzem und weissem Glimmer, mit dem Hochfirstgranite übereinstimmend.
4. Kleinkörnige Granite mit weissem Feldspat und nur schwarzem Glimmer, die den feinkörnigen Graniten des Schlüchtales entsprechen.

Die pegmatitischen Abänderungen schliessen sich den gleichmässig-körnigen an.

Buntsandstein.

Die Buntsandsteingerölle treten ebenfalls in den obern Teilen der Juranagelfluh auf, wo sie stellenweise bis 10 % bilden; sie fallen gewöhnlich auch durch ihre beträchtliche Grösse auf.

Aus den untersten Lagen des Buntsandsteins, wo derselbe den Granit überlagert, stammt eine weisse, granitische Arkose, beziehungsweise ein schwach aufgearbeiteter, vergruster Granit. Die weissen und bläulichen Quarzite, die sich hie und da finden und die in einer Mergelschicht unmittelbar über dem Grobkalk häufig sind, mögen aus dem Hauptkonglomerate des Buntsandsteins herrühren.

Meistens treten die Buntsandsteingerölle aber in der gewöhnlichen Form des Quarzsandsteins auf, der oft ziemlich viel Feldspat enthält. Die Farbe ist grau, gelblich, oft aber auch noch völlig rot; rötlich-violette Sandsteine mit braunen Flecken entsprechen wohl dem Tigersandsteine des obern Wutachtales. Nicht selten findet sich Sandstein mit Karneolbindemittel oder auch typischer, roter Karneol.

Muschelkalk.

Derselbe ist nordwestlich von Engen, bei Kommingen u. s. w. am häufigsten, wo er bis 35 % der Gerölle bildet; nach Osten hin tritt er immer mehr zurück und ist schon am Witthoch ganz verschwunden.

Es sind rauchgraue, dichte bis spätige Kalke, zum Teil petrefaktenleer, oft mit den charakteristischen Versteinerungen des Muschelkalkes, wie Terebratula vulgaris, Pecten discites, Lima striata u. s. w.; häufig finden sich förmliche Breccien von Stielgliedern der Encrinus liliiformis. Sehr leicht bemerkbar sind die eckigen Stücke von braun-grauem bis schwarzem, oolithischem Hornstein aus dem mittleren Muschelkalk; ebendaher stammen auch die weissen, zuckerkörnigen Quarzite, die man etwa findet.

Keuper.

In grossen Geröllen ist Keuper auch hier noch nicht gefunden worden; am Kaltwang bemerkte ich einmal kleine Stückchen eines weichen, roten Sandsteines, die vielleicht dem Keuper entstammten.

Lias.

Entsprechend der Ausbildung des Lias in dieser Gegend, sind Gerölle desselben viel häufiger als im Baselland; sie mögen stellenweise bis 5 % ausmachen. Ich habe drei Horizonte vertreten gefunden:

Unterer Lias: Arietenkalk, dunkelgrauer, braun anwitternder harter, feinspätiger Kalk mit Gryphæa arcuata, Ostrea sp., Arietiten, Belemnites acutus, Spirifer Walcotti u. s. w.

Mittlerer Lias: bräunlicher, fleckiger, etwas spätiger Kalk mit Amm. raricostatus, Gryphæa obliqua u. s. w.

Oberer Lias: bräunlichgrauer, feinkörniger, schieferiger Stinkstein mit Fischschuppen: Posidonienschiefer.

Dogger.

Doggergerölle sind bei weitem nicht so häufig wie im Baselland oder Aargau; sie machen höchstens etwa 25 % aus und verteilen sich auf folgende Schichten:

Unterer Dogger: rötlichgelber bis grauer, etwas sandiger Kalk mit Amm. Murchisonæ, Pecten spec. etc. Murchisonæschichten. Etwas dunklere Kalke mit kleinen Oolithen, Gresslya abducta, Pleuromya sp. u s. w. Sowerbyischichten.

Mittlerer Dogger: Fester, aussen gelbbrauner, innen blaugrauer Kalk: Sauzeischichten. Bräunlichgelber bis hellgelber Kalk, oft etwas oolithisch, mit Ostrea flabelloides, Terebratula perovalis u. s. w. Humphriesischichten.

Fester gelblicher, oft etwas oolithischer Kalk mit einer Menge weisser Schalen von Avicula echinata: Parkinsonischichten. Gelblicher bis bräunlicher, fein- bis grobkörniger Oolith, oft mit Ostrea acuminata: Hauptrogenstein. Gelblichweisse, spätige, an der Oberfläche rauhsandige Kalke mit Thamnastræa: Hauptrogenstein.

Oberer Dogger: Ockergelber, innen grauer, undeutlich oolithischer Kalk mit Rhynchonella varians: Variansschichten. Dunkelgrauer, toniger Kalk mit kleinen gelben Oolithen: Variansschichten. Fester rostigbrauner Eisenoolith: Macrocephalusschichten.

Malm.

Malmgerölle sind in der Juranagelfluh des Randens und Hegaus am häufigsten; sie bilden etwa 40 %, nehmen aber nach Nordosten bis auf 90 % zu.

Unterer Malm: gelblichweisser bis bläulichgrauer, dichter Kalk, selten mit Terebratula bissufarcinata und Oppelia cf. lingulata. Wohlgeschichtete Kalke (Geissbergschichten).

Mittlerer Malm: gelblicher, mergeliger Kalk, oft mit Calcitadern, mit Rhynchonella lacunosa, Spongiten, Krinoidenresten u. s. w. Schwammkalke (Crenularisschichten).

Oberer Malm: gelbliche bis rötlichgraue, harte, dichte Kalksteine mit Schwämmen, Rhynchonellen, Terebrateln u. s. w. Massenkalke (Wettingerschichten). Weissgelber bis grauer, dichter, muscheliger Kalk, wahrscheinlich aus den Plattenkalken. Graue Feuersteinknollen, manchmal noch umgeben von einer weissen, mehligen Rinde. Massen- oder Plattenkalke.

Würtenberger und *Schalch* erwähnen noch Korallenkalke der Westschweiz; der Beschreibung nach könnten sie identisch sein mit den von mir gefundenen, nach *Rollier* dem Hauptrogenstein entstammenden Stücken.

Tertiär.

Gerölle desselben kommen stellenweise ziemlich häufig vor (bis zu 5 %). Es sind gewöhnlich rote Süsswasserkalke, wie sie oft im Liegenden der Juranagelfluh anzutreffen sind; zur Seltenheit finden sich etwa auch Gerölle von Grobkalk.

Alter der Juranagelfluh des Randens und Hegaus.

Wie schon bemerkt, liegt die Juranagelfluh zum Teil direkt auf Malm, oft aber auch auf älteren Tertiärbildungen.

Auf den Höhen zwischen Rhein und Klettgau sind dieselben in folgender Weise entwickelt:

7. 20 m. Juranagelfluh-Konglomerat,
6. 40—60 m. Juranagelfluh-Sandstein,
5. 15—20 m. Melaniensand } marine Molasse,
4. 10—12 m. Austernagelfluh } marine Molasse,
3. 0—80 m. Untere Süsswassermolasse,
2. 0—20 m. Bohnerztone,
1. Malm.

Über die Tertiärbildungen auf dem Randenplateau bei Lohn und Büttenhardt hat *Schalch* folgendes Profil gegeben:

4. Juranagelfluh,
3. 2—3 m. Kalksandsteine mit Dreissena clavæformis,
2. 1—$1,_5$ m. marine Sande,
1. Malm.

Besonders schön sind aber die tertiären Schichten in den Grobkalkbrüchen bei Altorf, Thengen u. s. w. aufgeschlossen, von denen ich hier einige Profile mitteile.

Grobkalkbruch westlich der Strasse, im „Loch“, nordwestlich von Altorf:

9. $0,_5$ m. Juranagelfluh,
8. $1,_1$ m. Juranagelfluh-Sandstein,
7. $1,_5$ m. Juranagelfluh,
6. $0,_4$ m. weiche, grau, rot und grün gestreifte Mergel } nach NO und SW auskeilend,
5. $0,_{15}$ m. harte Sandsteinbank mit Juranagelfluhgeröllen } nach NO und SW auskeilend,
4. $0,_5$—1 m. harte, rote und blaugrüne Steinmergel mit blutroten Mergelzwischenlagen, nach unten grosse Ausbuchtungen bildend,
3. $0,_2$—$0,_{35}$ m. blutrote, weiche Tonmergel mit unregelmässig-wellenförmiger Lagerung,
2. $1,_2$—$1,_{65}$ m. harte, graue und rote Steinmergel mit Geröllen von Granit, Gneiss, Quarzit,
1. 3 m. Grobkalk.

Besonders interessant ist die Schicht Nr. 2; Granite, Gneisse, bläuliche und weisse Quarzite scheinen vom Schwarzwald zu stammen, dagegen ist

ein bräunlich-grauer Quarzit dort nicht bekannt und könnte alpin sein. Aus einer ähnlichen Schicht mitten im Grobkalk vom Kirnerberg bei Zimmerholz besitze ich einen roten Hornstein mit vielen Radiolarien, dessen Herkunft nach *Rollier* zweifelhaft ist; für alpine Herkunft spricht der Reichtum an Radiolarien, dagegen die nicht homogene Struktur und die Porosität; das betreffende Stück könnte vielleicht aus dem Jura stammen, wo allerdings bis jetzt, weil noch wenig untersucht, keine Radiolarienhornsteine bekannt sind; es wäre dann in einer Bolustasche sekundär rot gefärbt und porös ausgelaugt worden.

Schicht 2 erinnerte mich in ihrer Geröllführung sehr an die Austernagelfluh des Klettgaus, die auch viele Granite, Gneisse und Quarzite enthält; ein genaues Studium beider Ablagerungen könnte vielleicht ganz interessante Resultate ergeben.

Grobkalkbruch östlich der Strasse, im „Loch“, nordwestlich von Altorf:

15. $0,_5$ m. Erde mit Juranagelfluhgeröllen,
14. $0,_4$ m. gelbe Mergel in festen, unregelmässigen Bänklein abgesondert.
13. $0,_6$ m. graue Mergel,
12. $0,_{12}$ m. feste, graue, schieferige Sandsteinbank,
11. $0,_{33}$ m. weiche, graue, unten gelbliche Mergel,
10. $0,_{07}$ m. feste, gelbliche Sandsteinbank,
9. $0,_4$ m. weiche, gelbe Tonmergel,
8. $0,_{25}$ m. feste, gelbliche Sandsteinbank, unten geröllführend,
7. $2,_2$ m. Juranagelfluh,
6. 2 m. fester, gelblicher, dickbankiger Sandstein,
5. $1,_2$ m. weiche, graue Mergel mit einigen festen Sandsteinbänklein,
4. $0,_9$ m. weiche gelbliche Sandsteine und Mergel,
3. $0,_{65}$ m. Sandsteinbänke mit Zwischenlagen von rot- und gelbgeflammten Mergeln mit Geröllen,
2. $1,_4$ m. harte, knauerige, rote und gelbliche Steinmergel mit Geröllen,
1. Grobkalk.

Schicht 9—15 sind horizontal sehr wechselnd in bezug auf die Mächtigkeit.

Grobkalkbruch östlich von Thengen-Stadt:

9. $0,_1$—1 m. Erde mit Juranagelfluh und Diluvialgeröllen,
8. $1,_5$ m. Diluvium, kleine Gerölle mit viel Juranagelfluhmaterial,
7. $0,_{15}$—0_{25} m. sandiger Ton,
6. $0,_{65}$ m. weiche, graue, bankige Sandsteine,
5. $0,_{75}$ m. Juranagelfluh, nach Osten auskeilend,
4. $0,_7$ m. ziemlich weiche, graue, glimmerreiche, bankige Sandsteine,
3. $1,_{65}$ m. rote, knollige Mergel,

2. $0{,}_6$ m. Juranagelfluh mit sehr vielen, bis $0{,}_4$ m. grossen, beinahe noch eckigen Malmstücken und mit Bohnerzknollen,
1. $1{,}_{25}$ m. Grobkalk.

Verstürzter Bruch an der alten Strasse vom Zollhaus nach Dorf Randen:

6. 1 m. Juranagelfluh,
5. $0{,}_3$ m. lockere, bräunlichgelbe Tonmergel,
4. $0{,}_2$ m. blutrote Mergel,
3. $0—0{,}_1$ m. unregelmässige, knollige, weisse Mergel mit Heliziten,
2. 2 m. Grobkalk,
1. Malm.

Gewöhnlich folgt also auf die marinen Bildungen eine mergelig-kalkige Brack- oder Süsswasserablagerung; wo diese fehlt, ist sie zum Teil jedenfalls erodiert worden, denn die Auflagerung der Juranagelfluh auf dem Grobkalk ist dann sehr unregelmässig, wie untenstehende Skizze des Grobkalkbruches nordöstlich von Wiechs zeigt.

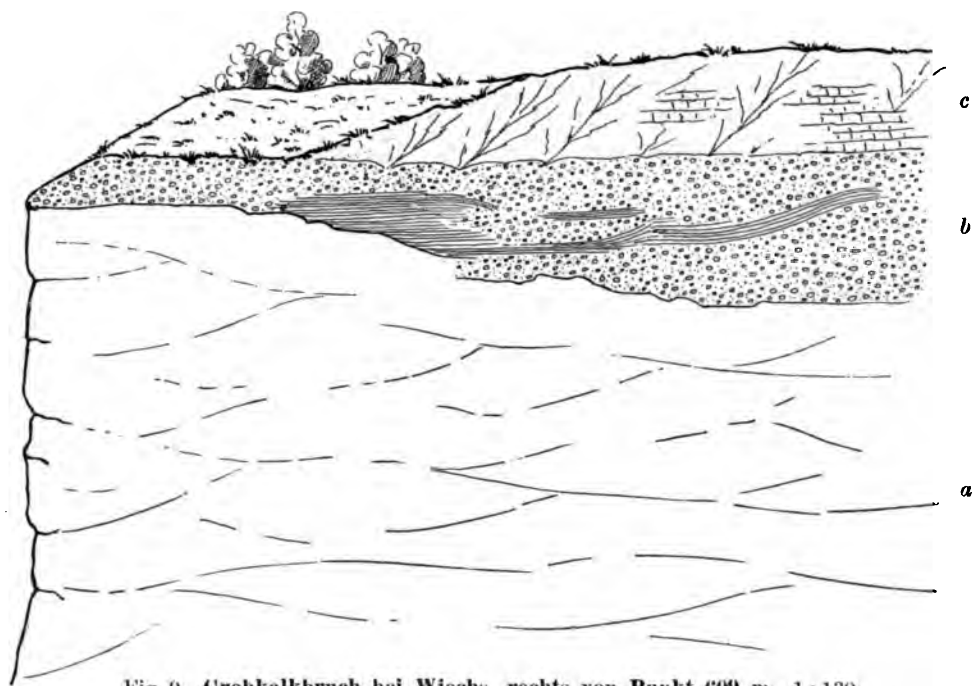


Fig. 9. Grobkalkbruch bei Wiechs, rechts von Punkt 609 m. 1 : 130.

a = Grobkalk, spitzwinklig abgesondert.
b = Juranagelfluh, mit Einlagerungen von Mergelsandstein.
c = harter, bankiger Sandstein.

Der Grobkalk enthält oft Gerölle der gleichen Gesteinsarten, aus denen die Juranagelfluh besteht; sie können sogar so häufig werden, dass sie förmliche Bänke bilden und mit dem Grobkalk wechsellagern, so in dem Bruch

am Kirnerberg bei Zimmerholz. Die Gerölle sind hier beinahe ausnahmslos angebohrt; die Bohrlöcher sind meistens mit sandigem Material ausgefüllt. Auch die Süsswassermergel enthalten, wie bei den Profilen angegeben wurde, stellenweise viele Gerölle.

Schon während der Ablagerung des Grobkalkes und der Süsswassermergel schwemmten eben die Bäche ihre Gerölle in das Meer, respektive in die Seen. Dass auch an andern Orten die Juranagelfluh zum Teil noch ins Meer abgelagert wurde, zeigen die etwa in derselben vorkommenden angebohrten Gerölle und die gerollten Austern, die man zum Beispiel bei Hattingen, Neuhaus u. s. w. findet.

An einigen Stellen des Hegaus ist die Juranagelfluh noch von jüngern Bildungen überlagert, nämlich von Süsswasserkalk, vulkanischen Tuffen und lokal von Gips.

Am Wannenberg bei Thengen ist über der Juranagelfluh, auf dem obersten, halbkreisförmigen Wall, ein Bruch aufgeschlossen in einem harten, kieseligen, grauen bis gelben Süsswasserkalk, der stellenweise bankig, gleich daneben massigknollig, in einzelnen Partien dicht, in andern wieder sehr löchrig ist. Er enthält massenhaft Halme von schilfartigen Pflanzen und zahlreiche Kieselkonkretionen. Man geht kaum fehl, wenn man ihn zu den in jener Gegend sehr häufigen, obermiocänen Süsswasserkalken rechnet, die demjenigen von Oeningen im Alter entsprechen; danach wäre also die Juranagelfluh älter als die Oeningerkalke.

Dasselbe ergibt sich auch aus dem Verhalten der Juranagelfluh zu den Vulkanen des Hegaus. Überall wird sie, wo sie mit denselben in Berührung steht, von den Tuffen überlagert, und ihre Gerölle sind nicht selten in den Basalttuffen des Osterbühls, des Hohenhöwen und Hohenstoffeln eingeschlossen. An manchen der Gerölle fanden sich noch Eindrücke; sie müssen also schon ziemlich lange vor ihrem Einschluss in die Tuffe abgelagert gewesen sein. Da nun an andern Stellen die Tuffe mit dem Oeningerkalk wechsellagern, also gleichaltrig sind, ergibt sich wieder, dass die Juranagelfluh älter ist als beide.

Aus der Tatsache, dass bis jetzt noch keine Basalt- oder Phonolithgerölle in der Juranagelfluh gefunden wurden, kann geschlossen werden, dass bei der Bildung derselben die vulkanische Tätigkeit im Hegau noch nicht begonnen hatte.

Bekannt ist das Vorkommen von Gips über der Juranagelfluh des Hohenhöwen; die Brüche sind allerdings heute beinahe ganz verstürzt, aber es sind uns in der frühern geologischen Literatur dieser Gegend einige schöne Profile

mitgeteilt. Ich gebe hier das vollständigste von *Althaus* (l. c.) erwähnte vom nördlichen Bruch wieder:

	Mächtigkeit		Schicht
Gips	0,6—0,9	m.	Schwarze Erde mit Basaltgeschieben.
	3 —6	„	Süsswasserkalk mit kleinen Heliziten, gleichaltrig mit dem Oeningerschiefer.
	2,4—5,7	„	Gelber Lehm, etwas sandig.
	2,1—2,4	„	Bunte Mergel mit untergeordneten dünnen Kalkschichten.
	0,6	„	Gipshaltiger, bunter Mergel mit schönem Kristallgips.
	0,3	„	Schwarz punktierter Kalk mit Gipskristallen.
	1,8	„	Rotbrauner Ton mit Gipskristallen, wird abgebaut.
	1,8	„	Bunte Mergel und Gipsschichten mit Testudo antiqua Bronn., Helix spec., Knochen von Raubtieren und Wiederkäuern.
	3,6	„	Dichter, kalkführender Tongips mit Heliziten. Fast senkrechte Klüfte darin sind erfüllt mit rotem Ton und weissen, mondmilchartigen Kalkabsätzen.
	2,1—2,4	„	Toniger, zum Düngen verwendeter Gips.
Jura-Nagelfluh			Lehm, weiss und rot, mit Neigung zu kugelförmiger Absonderung.
	30	„	Gelber, milder Kalksandstein, im Feuer und an der Luft erhärtend, ausgezeichnete Bausandsteine liefernd, liegt auf Molasse, der er noch anzugehören scheint.

Schalch (Über ein neues Vorkommen von Meeres- und Brackwassermolasse bei Anselfingen) fasst den Gips nur als eine untergeordnete Einlagerung in die Juranagelfluh auf, da sich bei einer Anschürfung ergeben hat, dass der Gips nicht nur von Juranagelfluh unterteuft wird, sondern auch seitlich in diese übergeht.

Herkunft und Bildung der Juranagelfluh des Randens und Hegaus.

Die kristallinen und die meisten sedimentären Gerölle weisen deutlich auf den Schwarzwald als Ursprungsort der Juranagelfluh hin; es finden sich aber in derselben einige Gesteine, die heute im Südosten des Schwarzwaldes nicht mehr vorkommen, nämlich die Konglomerate mit Avicula echinata, der Hauptrogenstein und die Korallenkalke. Alle drei finden sich im westlichen Jura anstehend, und *Würtenberger* hat deshalb die Ansicht ausgesprochen,

dass diese Gesteine von dorther stammen, und dass wohl alle Gerölle der Juranagelfluh durch eine tertiäre Meeres- oder Flussströmung aus dem Westen auf den Randen transportiert worden seien; die spätern Autoren, so *Schalch* und *Früh*, haben dieser Ansicht beigestimmt; erst *Steinmann* hat Zweifel daran geäussert.

Es ist ja allerdings richtig, dass man die Heimat eines transportierten Gesteines in erster Linie da zu suchen hat, wo es gegenwärtig noch ansteht; aber hier stösst diese Annahme auf zu viele Widersprüche. Man müsste einen Talweg voraussetzen, der sich um den Süd- und Südostfuss des Schwarzwaldes herumzog, in Richtung und Gefälle etwa dem heutigen Rheintal entgegengesetzt; in das Haupttal hätten die Nebenflüsse vom Schwarzwald her die kristallinen Geschiebe eingeschwemmt. Eine solche einheitliche Entstehung der Juranagelfluh in einem Stromtale ist aber vollständig ausgeschlossen durch die verschiedene Zusammensetzung; die Aargauer Juranagelfluh müsste zum vorneherein ausgeschieden werden; aber auch zwischen den in vielen Beziehungen ähnlichen Nagelfluhen des Basler Juras und des Randens bestehen doch bedeutende Unterschiede. Die Liasgerölle sind auf dem Randen ungleich häufiger als im Baselland; umgekehrt kommen die Hauptrogensteine, die in der Basler Nagelfluh oft die Hälfte der Gerölle ausmachen, am Randen höchstens zu 1—2 % vor; auch die Korallenkalke sind hier eine grosse Seltenheit und von ganz anderer Beschaffenheit als die des Basler Juras.

Überhaupt ist die Zusammensetzung der Juranagelfluh des Randens lokal so stark verschieden, dass sie nicht in einem Stromtal abgelagert sein kann, wo die Gerölle durch den langen Transport doch ziemlich gleichmässig gemischt werden, sondern sie muss durch Anschwemmung verschiedener Bäche und Flüsse entstanden sein.

Für einen Transport aus dem Basler und Berner Jura (80—100 km.) sind die Gerölle viel zu wenig gerundet und auch zu gross; ausserdem muss es doch auffallen, dass die kristallinen Gesteinsarten die kleinsten Gerölle bilden, also vermutlich auch am weitesten herkommen, während nach der Ansicht von Würtenberger gerade das Gegenteil der Fall sein müsste.

Auch in bezug auf die Niveauverhältnisse ergeben sich Schwierigkeiten. Die Gerölle müssen aus einer Gegend herkommen, wo die ältesten in denselben vorhandenen Gesteinsarten, also hier Gneisse und Granite, noch höher lagen als die jüngsten Sedimente des Ablagerungsgebietes, in unserm Fall also der Grobkalk. Das kann nur in einem alten Gebirge der Fall gewesen sein; der Jura aber bestand ja zu jener Zeit noch gar nicht.

Am Randen geht die Juranagelfluh bis zu einer Höhe von 838 m., während sie im Aargau und Baselland nirgends 650 m. überschreitet (wenig-

stens bei normaler Lagerung). Allerdings hat ja am Randen, wie die verschiedenen Strandlinien des Grobkalkes beweisen, eine Hebung um mindestens 250 m. stattgefunden, aber diese muss ja gerade während der Bildung des Grobkalkes, also vor Ablagerung der Juranagelfluh vor sich gegangen sein, und es ist völlig undenkbar, wie dann gleich nachher ein so mächtiger Geröll-transport von Westen nach Osten, auf das gehobene Land herauf, hätte statt-finden können.

Dagegen hätte gerade diese Hebung den Anlass zur Bildung der Juranagelfluh geben können, indem die Flüsse des südöstlichen Schwarzwaldes dann rascher und stärker erodieren mussten.

Das Nächstliegende ist also, die Gerölle direkt vom Schwarzwald herzuleiten, wo die Sedimentdecke nun freilich nicht mehr überall vorhanden ist, eben weil sie erodiert wurde. Dass sie aber einmal wenigstens bis zu 1000 m. Höhe auf den Schwarzwald hinaufreichte, kann durch die Funde im Alpersbacher Stollen als erwiesen gelten. Dort fand sich auch der Hauptrogenstein häufig; im Aargauer Jura reicht er bis in die Gegend von Brugg, und es ist als ziemlich sicher anzunehmen, dass er sich einst weit an den Süd- und Südosthang des Schwarzwaldes hinaufgezogen hat, da er ja eine ausgesprochene Strandbildung ist.

Was nun die Korallenkalke anbelangt, so sprechen die von mir gefundenen aus dem Hauptrogenstein nach dem Gesagten auch nicht gegen eine Herkunft aus dem Schwarzwald; aber selbst wenn sich Korallenkalke aus dem Malm in der Juranagelfluh finden sollten, wäre es nicht nötig, sie aus dem westlichen Jura herzuleiten; da ja die Korallenkalke eine typische Strandfacies sind und am Westhang des Schwarzwaldes auftreten, könnten sie auch in den höhern Teilen der Südostabdachung entwickelt gewesen sein.

Fassen wir alles zusammen, so ergibt sich mit ziemlicher Sicherheit, dass die Juranagelfluh am Südostabhang des Schwarzwaldes direkt von demselben abgespült wurde.

Es wären nun noch die Verhältnisse des Ablagerungsgebietes zu besprechen. Die höchsten Teile des Randens zeigen kein Tertiär, während dieses sofort nördlich von der Verwerfungslinie als zusammenhängende Decke auftritt; es fragt sich nun, ob die betreffenden Bildungen auf dem Hochranden überhaupt nie entwickelt waren, oder ob sie erodiert worden sind.

Bei der Beantwortung dieser Frage könnte das Alter der Verwerfung den Ausschlag geben; wenn sie schon vor der Miocänzeit existierte, so hätte das Meer wohl nur den abgesunkenen Teil und etwa den Fuss des stehen gebliebenen Plateaus überflutet und die Flüsse hätten ihre Ge-

rölle in den Einbruch geschwemmt, während der Horst nie Tertiärbedeckung hatte.

Wenn die Verwerfung erst nach Ablagerung der Juranagelfluh stattgefunden hätte, so würde wohl einst der ganze Randen mit Tertiär bedeckt gewesen sein; die Erosion hätte aber nach erfolgtem Einsinken des Nordflügels die Tertiärbildungen rasch vom Hochranden abgespült, während sie im abgesunkenen Teil bis heute erhalten geblieben sind.

Leider wissen wir aber über das Alter der Verwerfung nichts Sicheres und deshalb kann auch die gestellte Frage nicht bestimmt beantwortet werden. Doch scheint mir eine andere Tatsache dafür zu sprechen, dass der Hochranden nie Tertiär trug. Wir finden nämlich nördlich der Aitrach eine ganze Anzahl kleinerer Tertiärvorkommnisse, aber nicht etwa auf den höchsten Punkten der Gegend, sondern mit einer Auflagerungshöhe von 750—800 m. an den Abhängen der Länge und auf den Kuppen einiger mittelhoher Berge, während zum Beispiel die ausgedehnte Hochfläche der Länge (bis 926 m.) und der Eichberg (916 m.) kein Tertiär aufweisen. Es scheint also, dass das Tertiär, das im Südosten das ganze Plateau überdeckte, nach Nordwesten hin nur noch in den wenig tiefen Tälern abgelagert wurde; da die Auflagerungshöhe nirgends 800 m. übersteigt, wird es auch beim Randen nicht der Fall gewesen sein.

IV. Die Juranagelfluh der schwäbischen Alb.

Von Immendingen an findet sich die Juranagelfluh nur noch in einzelnen, zum Teil weit auseinander liegenden Fetzen auf dem Plateau der Alb, und zwar nur im südöstlichen, tiefern Teil, in der Nähe des Donautales. Sie tritt in einer Höhe von 850—650 m. auf; die Auflagerungshöhe senkt sich mit dem Plateau nach Südosten.

Ich habe die Vorkommnisse in der Nähe von Sigmaringen untersucht, so bei Stetten am kalten Markt, Benzingen u. s. w.; ferner diejenigen südlich von Beuron an der Donau, bei Buchheim und Thalheim.

Da das Land auf den Plateauflächen fast durchwegs gut angebaut ist, sind schöne Aufschlüsse sehr selten und zufällig. Die Geröllablagerung ist meistens nur einige Meter mächtig, sie kann aber stellenweise eine Mächtigkeit bis zu 30 m. erlangen. Das Liegende bildet beinahe überall der Massenkalk, ausnahmsweise etwa der Plattenkalk. Verfestigung habe ich nie beobachtet, sondern die ganze Ablagerung ist eine lockere, mit viel Ton vermengte Masse, so dass man eigentlich nicht von einer Nagelfluh reden kann; oft liegen die

Gerölle auch vereinzelt in einem gelblichen Lehm, oder sie sind in Bändern in denselben eingelagert. Wenn der Lehm vorherrscht, sind die Juranagelfluh-Gebiete sehr fruchtbar; oft aber ist die Humusschicht auffallend gering, so dass die Gerölle nackt zu Tage treten; in diesem Falle ist die Vegetation äusserst kümmerlich, so dass weite Strecken nur als Schafweide Verwendung finden. Der Lehm bildet zugleich für diese durchlässigen, trockenen Plateauhochflächen einen guten Wassersammler, weshalb man in demselben häufig Wasserlöcher angelegt hat.

Die Gerölle sind durchschnittlich grösser als diejenigen der beschriebenen Nagelfluhen; solche mit 50 cm. Durchmesser sind keine Seltenheit. Eindrücke sind stellenweise häufig, und nicht selten trifft man auch angebohrte Gerölle. Der Grad der Rundung ist sehr verschieden; neben ganz schön gerundetem Material liegt viel halb- und beinahe noch ganz eckiges.

Die Zusammensetzung der Nagelfluh ist hier sehr einförmig; ich habe nur Malmgerölle beobachtet; sie stammen namentlich aus den obersten Schichten, den Massen- und Plattenkalken, von denen ja beinahe die ganze Plateaufläche der Alb gebildet wird.

Die letzten Vorkommnisse von Juranagelfluh finden sich in der Nähe von Ulm, wo sie in einer Höhe von 700 – 650 m. die Kuppen der Landschaft bedeckt. *Engel* hat darüber eine Studie veröffentlicht, nach welcher die dortige Juranagelfluh auch nur aus Massen- und Plattenkalk in wechselnder Menge besteht und auch im übrigen der vorhin beschriebenen aus der Gegend von Sigmaringen vollständig gleicht. Aus einer Bolusgrube bei Stubersheim teilt er folgendes Profil mit

6. $0,_5$ m. Ackererde,
5. $0,_2$ m. Juranagelfluh,
4. $0,_2$ m. Psilolithkalk mit Helix lepidotricha, Coryda crepidostoma, Glandina inflata,
3. $0,_4$ m. blutroter Bolus,
2. $0,_2$ m. gelber Letten,
1. Jurafelsen.

Da der Süsswasserkalk nach Engel typisches Untermiocän ist, könnte die Juranagelfluh hier, wenn man keine Lücke in der Sedimentation annehmen will, unter Umständen schon im Mittelmiocän entstanden sein, also etwas älter sein als die weiter westlich gelegene.

Auf einer ca. 100 m. tiefer gelegenen Terrasse fand Engel auf einer stark von Bohrmuscheln angefressenen Unterlage von Marmorkalk ein Gemisch von marinen Sanden mit Ostrea crassissima und von angebohrten Geröllen

der Juranagelfluh; also auch hier wieder der Beweis, dass die Bildung der Juranagelfluh schon begann, bevor sich das Tertiärmeer zurückgezogen hatte.

Die Zusammensetzung der Gerölle zeigt oft ganz lokalen Charakter; so ist zum Beispiel der Plattenkalk in der Nähe von Heldenfingen bei Ulm als Oolith entwickelt und dementsprechend enthält auch die Juranagelfluh der Umgegend viele solcher oolithischer Gerölle.

Die Juranagelfluh der Alb ist also wohl nur eine Anschwemmung der Bäche aus den höher gelegenen, nordwestlichen Teilen des Plateaus.

V. Zusammenfassung.

Die am Süd- und Südostrande des Schwarzwaldes abgelagerte Juranagelfluh enthält nur Gesteine, die entweder heute noch am Schwarzwalde anstehen oder doch früher dort vorkamen; sie ist also zu betrachten als Erosionsrest der ehemaligen Sedimenttafel. Eine analoge Bildung aus Vogesengesteinen findet sich auf dem Elsgauer Tafeljura; auch im Grabenbruch des Oberrheintales treten an den Rändern entsprechende, wenn auch nicht gleichaltrige Konglomerate auf.

Da die Zusammensetzung der Juranagelfluh lokal stark wechselt, kann sie nicht eine einheitliche Bildung sein; d. h. sie ist nicht von einem am Fuss des Schwarzwaldes nach Osten fliessenden Strome abgelagert, sondern durch kleinere Flüsse und Bäche direkt vom Gebirge abgespült worden. Zwischen und auf den Geröllfeldern bestanden lokal kleinere und grössere Seen, in denen sich Süsswasserkalke und Mergel niederschlugen.

Die Bildung der Juranagelfluh begann stellenweise schon im Helvetien und die Ablagerung erfolgte zum Teil noch ins Meer, wie die angebohrten Gerölle und die gerollten Austernschalen beweisen; das Hauptkonglomerat aber entspricht seiner stratigraphischen Stellung nach der obern Süsswassermolasse und ist also ins Tortonien zu stellen.

Den Anlass zur Bildung der Juranagelfluh mag im Süden des Schwarzwaldes die Stauung der Flüsse durch die beginnende Aufwölbung des Kettenjuras gegeben haben, im Osten die vermehrte Erosionstätigkeit nach der raschen Hebung während der Ablagerung des Grobkalkes.

VI. Besondere Erscheinungen an den Geröllen der Juranagelfluh.

Literaturverzeichnis siehe bei Früh: Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh in der Schweiz. pag. 137 u. 138.

Verwitterung und Verfärbung.

Die Gerölle der Juranagelfluh sind natürlich der Verwitterung in hohem Masse ausgesetzt, weshalb wir durchwegs starke Verfärbung, oft auch schon

Lockerung und Zersetzung des Gesteins beobachten. Die kristallinen Gerölle sind meistens zu Grus zerfallen; an den Nagelfluhwänden und in alten Aufschlüssen sind sie gewöhnlich ausgebröckelt und ausgewaschen, und ihre Häufigkeit wurde daher meistens unterschätzt. Auch die Buntsandsteingerölle sind oft schon sandig angewittert; im Inneren sind sie gewöhnlich vollständig oder teilweise gebleicht, während sie aussen immer eine rostfarbene Rinde haben. Der Muschelkalk hat beinahe durchwegs seine rauchgraue Farbe behalten, während die dunkeln Kalke des Doggers, wie z. B. der Hauptrogenstein, ausnahmslos gebleicht sind.

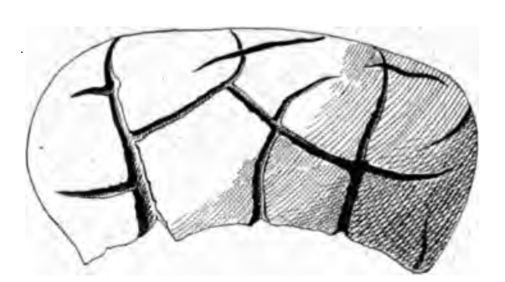
Auffallend ist die rote Färbung vieler Dogger- und Malmkalke, die ich überall beobachtete, besonders häufig aber in den obersten Partien der Aargauer Nagelfluh, wo manchmal wohl $^1/_4$ der Gerölle rot gefärbt ist. Es kann dies sekundäre Verfärbung sein, die hervorgebracht wurde durch den roten Bolus, der die Gerölle häufig als Bindemittel umgibt. Doch findet sich die Rotfärbung auch an Stellen, wo der Zement sandig ist oder ganz fehlt; es ist sehr unwahrscheinlich, dass diese Gerölle irgendwo lange im Bolus lagen. Vielleicht ist die Erscheinung eine Wirkung der Sonnenwärme; ich beobachtete nämlich einmal zufällig, wie weisse Malmkalke in der Nähe eines Feuer nach kurzer Zeit stark gerötet waren; Versuche mit andern Kalken ergaben das gleiche Resultat.

Gerölle mit geborstener Oberfläche.

Aus dem, was Früh (l. c. pag. 179) über geborstene Gerölle schreibt, könnte man schliessen, dass sie selten seien; in Wirklichkeit liegen sie an vielen Stellen in Masse herum, namentlich an sonnigen Halden, wo die Gerölle der Verwitterung stark ausgesetzt sind. Ich habe Berstungsrisse nur beobachtet an mergelig-kalkigen Gesteinen, in überwiegender Mehrzahl an Malmgeröllen, daneben auch an tonigen Dogger- und Muschelkalken.

Die Risse finden sich am häufigsten auf der Oberseite der Gerölle; sie keilen oft rasch aus, können sich aber auch zickzackförmig um das ganze Geröll herumziehen; manche Gerölle bestehen aus vielen polyedrischen Stücken, die aber noch sehr fest zusammenhängen (Fig. 10).

Die Risse sind $0{,}_5$—5 mm. breit und $0{,}_5$—3 cm. tief; sie sind meistens leer, manchmal aber auch ausgefüllt mit rötlichem, mergeligem Material, wie es sich zwischen den Geröllen der Juranagelfluh findet. Die Ränder der Sprünge sind scharf, manchmal etwas erhöht; bei verschiedenen Geröllen sind einige der eckigen Stücke gegenüber den andern um 1—2 mm. tief eingesunken (Fig. 11).



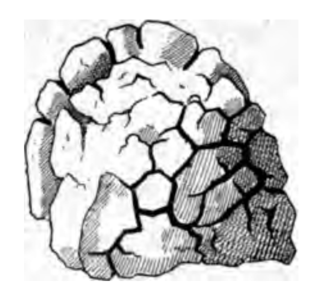


Fig. 10. **Gerölle mit geborstener Oberfläche,** natürliche Grösse.

Ich besitze auch Gerölle, die an der Oberfläche nur wenige schmale Risse zeigen, im Innern aber von vielen, bis 2 mm. breiten Rissen durchsetzt sind, die mit den oberflächlichen zum Teil gar nicht in Zusammenhang stehen (Fig. 12).

Hie und da sieht man, wie auch die Eindrücke der Gerölle von den Rissen durchquert werden; die Ränder derselben sind in den Eindrücken sehr scharf und die Spalten sind nicht ausgefüllt mit dem oft im Eindruck liegenden Ton; die Risse sind also jedenfalls nach den Eindrücken entstanden. Damit ist auch der sonst naheliegende Gedanke widerlegt, dass die Risse gleichzeitig mit den Eindrücken, durch den Druck der andern Gerölle gebildet worden seien; dass dies nicht der Fall ist, geht auch daraus hervor, dass die meisten der mit Eindrücken versehenen Gerölle keine Spur von Rissen zeigen, während umgekehrt viele der geborstenen Gerölle keine Eindrücke haben.

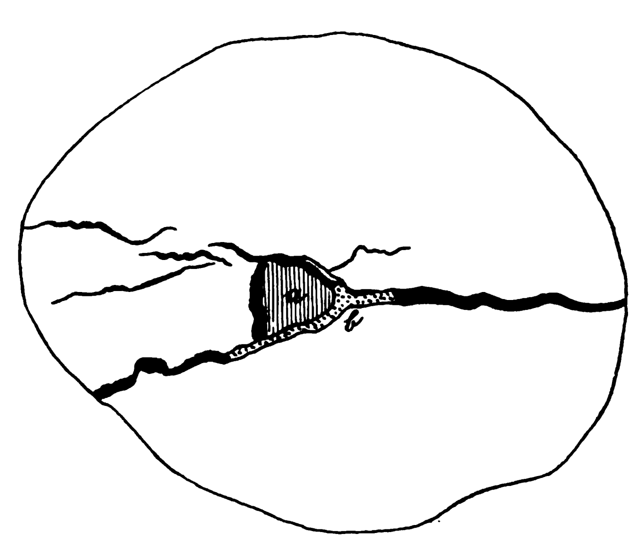


Fig. 11. **Geborstenes Gerölle,** nat. Grösse.
Risse bei mit *b* verkittetem Sand gefüllt.
a = 2 mm. tief eingesunkenes Stück.

Da die geborstenen Gerölle sich nur in den obersten Partien der Juranagelfluh finden und die Berstungsrisse namentlich an der freien Verwitterungsseite der Gerölle auftreten, ist die

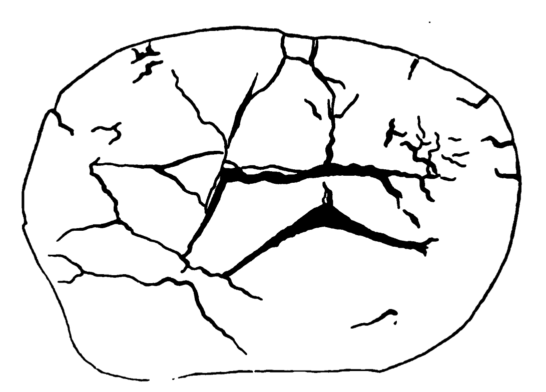


Fig. 12. **Gerölle mit Rissen im Innern.**
Querschnitt, natürliche Grösse.

Berstung als reine Verwitterungserscheinung aufzufassen, welche durch Austrocknung des tonigen Gesteins entsteht. Wenn man solche geborstene Gerölle ins Wasser legt, saugen sie manchmal ziemlich viel davon auf, wobei sich die Risse wieder etwas schliessen. Um eventuell die Entstehung von Spalten beobachten zu können, habe ich eine Anzahl mergeliger Gerölle seit einem Jahr der Verwitterung ausgesetzt; es sind aber bis jetzt erst Spuren von Rissen zu beobachten.

Hohle Geschiebe.

Diese sind in der Juranagelfluh sehr selten; ich habe sie nur an zwei Orten beobachtet. In einer Nagelfluhwand auf Luchern bei Sissach fand ich zwei ausgehöhlte Gerölle, von denen freilich nur noch Stücke der 1—2 mm. dicken Wände erhalten waren; dagegen traf ich in der Nagelfluh des Kaltwang hohle Geschiebe lokal ziemlich häufig.

Die betreffende Nagelfluh enthält viele Hohlräume von $0,_5$—3 cm. Durchmesser. Manche derselben sind völlig leer; es ist auch nichts mehr zu bemerken von einer Rinde des ursprünglich im Hohlraum enthaltenen Gerölles, sondern es ist nur noch eine Lücke im Zement; es kann aber nicht eine primäre, bei der Ablagerung des Bindemittels offen gelassene Höhlung sein, denn die Körnchen und der Mergel des Zementes bilden eine ausgezeichnet glatte Fläche, die nur so entstanden sein kann, dass sich der Zement um ein Geröll herumlagerte, das dann nachher ausgelaugt wurde.

Die meisten Hohlräume enthalten ein braunes, manchmal etwas sandiges Pulver, das entweder lose oder zu einem Knollen zusammengebacken ist und mit Säure nicht oder nur wenig aufbraust; oft liegt es auch in einer unregelmässig dicken Schicht an der Wand der Höhlung und man sieht darin zuweilen noch kleine Gräben, die von fliessendem Wasser erzeugt zu sein scheinen; da der Zement ziemlich porös ist, kann das Wasser leicht in die Nagelfluh eindringen.

Hie und da bemerkte ich in der Nagelfluh des Kaltwangs kleine, zu Pulver zerfallene Gerölle eines gelblich-grauen bis rötlichen, mit Säure nur wenig aufbrausenden Gesteins, das mich an die Dolomite des obern Muschelkalkes erinnerte; die vorhin erwähnten Hohlräume scheinen durch Auslaugung derartiger Gerölle entstanden zu sein.

In einigen Hohlräumen war noch die Wand des ursprünglichen Gerölles bis zu 3 mm. Dicke erhalten; es ist ein ziemlich festes, bräunlichgelbes Gestein, das nach innen zum Teil auch mit dem gleichen braunen Pulver bedeckt ist, das sich in den andern Hohlräumen findet. Mehrfach beobachtete ich an

Stelle der Rinde des ursprünglichen Gesteins eine sekundäre aus faserigem Calcit, der nach innen in kleinen Kristallen entwickelt ist.

Gerölle mit Eindrücken.

Die Eindrücke sind an den Geröllen der Juranagelfluh eine gewöhnliche Erscheinung. Ihre Häufigkeit ist bedingt durch das Vorhandensein des Zementes; wo dieser die Gerölle vollständig umhüllt, so dass sie sich nicht berühren, entstehen natürlich keine grössern Eindrücke, während kleinere etwa durch eckige Körner des Zementes hervorgebracht werden. Wo dagegen das Bindemittel fehlt, so dass die Gerölle direkt auf einander liegen, sind sie beinahe durchwegs mit zahlreichen Eindrücken versehen; ich habe an eigrossen Stücken deren über 30 gezählt. An den kristallinen Gesteinsarten, sowie an den Buntsandsteinen und den Quarziten aus dem Muschelkalk habe ich nie Eindrücke beobachtet, wohl aber an allen vorkommenden kalkigen Gesteinen.

Die Gerölle können Eindrücke erhalten von jedem andern oder auch vom gleichen Gestein; die den Eindruck erzeugenden Gerölle haben ihrerseits auch meistens wieder Eindrücke, oft von derselben Gesteinsart, welcher sie den Eindruck gemacht haben. Es scheint also die Härte oder die Löslichkeit der Gesteine bei der Bildung von Eindrücken keine grosse Rolle zu spielen; dagegen ist die Form der Gerölle wahrscheinlich ausschlaggebend, indem gewöhnlich dasjenige mit dem kleinern Krümmungsradius den Eindruck in das flachere macht; freilich kommt zur Seltenheit auch etwa das Umgekehrte vor (Fig. 13, bei *a*).

Ich habe mehrfach die Beobachtung gemacht, dass die vom überschobenen Kettenjura belastete Juranagelfluh durchschnittlich mehr Eindrücke zeigt als die auf dem Plateaujura liegende und es ist ja sehr wohl möglich, dass der starke Druck der überlagernden Gesteinsmassen die Bildung der Eindrücke beförderte.

Fig: 13: **Querschnitt durch ein Geröll mit Eindrücken.** Natürliche Grösse.

Nach den Untersuchungen von *Früh* u. a. entstehen die Eindrücke durch Lösung des Gesteins mittelst Kohlensäure unter Druck. Die demselben ausgesetzten Partien des Gesteins werden allmählich zu Pulver zerdrückt, welches vom Wasser leichter angegriffen und gelöst wird. Wenn das zu Lösende nicht reines Calciumkarbonat ist, muss ein Rückstand bleiben; da die Gerölle der Juranagelfluh meistens aus Mergelkalk bestehen, findet man in den frischen Eindrücken gewöhnlich eine feine Schicht von Ton. Das gelöste Calciumkarbonat ist durch das Wasser fortgeführt worden und hat sich zum Teil wieder

in den Spalten der Juranagelfluh oder zwischen den einzelnen Geröllen als sekundäres calcitisches Bindemittel niedergeschlagen.

Die Form des Eindruckes entspricht natürlich derjenigen des eindrückenden Gerölls; die kleinen, durch die Zementkörner bewirkten Eindrücke sind meistens ganz eckig und scharfkantig; auch bei den grössern finden sich etwa solche; die Mehrzahl dagegen hat eine rundliche oder ovale Form; sie erreichen oft eine Länge und Breite von 3—4 cm. und eine Tiefe von 1 cm. Die Ränder sind manchmal gleichmässig schräg; oft aber ist der Eindruck ganz unsymmetrisch und zeigt einen ausgesprochenen Steilrand, der sogar etwas überhängend sein kann; hier muss also der Druck nicht in vertikaler, sondern in schräger Richtung gewirkt haben. Es finden sich auch Gerölle mit entgegengesetzt unsymmetrischen Eindrücken, die auch unter entgegengesetztem Druck entstanden sein müssen; in einem Konglomerat wird sich eben der Druck der überliegenden Gerölle auch teilweise nach der Seite fortpflanzen, weshalb denn auch seitliche Eindrücke sehr häufig sind.

Eindrücke mit einem Steilrand können auch aus symmetrischen entstehen, wenn die Gerölle sich nachträglich noch verschieben, wie es ja bei der Bildung der Eindrücke der Fall sein muss; der Druck auf den einen Rand wird dann stärker, wodurch derselbe abgeflacht wird.

Glatte, glänzende Eindrücke sind in der Juranagelfluh selten zu finden, sondern die Fläche der Eindrücke ist meistens rauh; oft erheben sich darauf sogar kleine, vorspringende Zacken bis zu einer Höhe von 2 mm. Ich habe auch einige Gerölle gefunden, wo in schönen glatten Eindrücken merkwürdige stylolithähnliche Bildungen vorkommen, die eine Höhe von 8 mm. erreichen können (Fig. 14). Das Geröll scheint hier mit einem andern verzahnt gewesen zu sein; leider ist es mir nie gelungen, das den Eindruck erzeugende Geröll zu finden, das natürlich eine entsprechende Vertiefung haben müsste.

Fig. 14: Eindrücke mit stylolithähnlicher Verzahnung, natürliche Grösse.

Wenn die Gerölle in einander hinein gepresst werden, muss sich das Volumen der ganzen Geröllmasse vermindern; während der Bildung der Eindrücke sinkt das Konglomerat langsam zusammen. Nach meinen Messungen schätze ich den Betrag des Nachsinkens an manchen Orten

auf mindestens $^1/_{10}$ der ursprünglichen Mächtigkeit. Es gibt Stellen, wo jedes Geröll durchschnittlich wenigstens 10 Eindrücke von einer mittleren Tiefe von 2—3 mm. hat; freilich hat die Zahl der Eindrücke nicht viel zu bedeuten; für das Mass des Zusammensinkens kommt es ungefähr auf das gleiche heraus, ob ein grosses Gerölle eingedrückt wird oder viele kleine; das massgebende ist die Tiefe der Eindrücke. Dagegen sind die seitlichen Eindrücke wieder als Faktor in die Rechnung zu setzen, da sie durch Druck von oben bewirkt und durch Nachrutschen von oben ausgeglichen werden. Rechnen wir nun oben und unten je einen Eindruck von 2 mm. Tiefe, von der Seite den halben Betrag, so ergibt sich für ein mittleres Gerölle eine durchschnittliche Eindruckstiefe von ca. 6 mm., also mindestens $^1/_{10}$ der Dicke des Gerölls.

Wenn die Gerölle zusammensinken, müssen sie sich natürlich drehen und verschieben und sind so mannigfaltigen Pressungen und Reibungen ausgesetzt, wobei sie durch die kleinen, eckigen Körnchen des Zementes oft gekritzt und angeschürft werden. Es gibt Gerölle, deren Oberfläche ganz mit kleinen Furchen und Rutschstreifen bedeckt ist; oft ziehen sich dieselben auch in die Eindrücke hinein, die dann gewöhnlich auf der einen Seite ganz flach sind, auf der andern einen etwas zackigen Steilrand haben (Fig. 15); es sieht oft gerade so aus, wie wenn man mit einem nicht ganz glatten Holze über einen Lehmklumpen streicht und dabei hie und da plötzliche Eindrücke macht; es scheint, dass bei der Entstehung derartiger Eindrücke mechanische Vorgänge mehr gewirkt haben als die chemische Auflösung des Gesteins.



Fig. 15.
Partie eines grossen Malmgerölles mit Eindrücken und Rutschstreifen, Aargauer Nagelfluh.
$^3/_7$ der natürlichen Grösse.

Gleitungen und Rutschungen einzelner Partien der Gerölle wurden bei der Juranagelfluh nur sehr selten und nie in schöner Ausbildung beobachtet.

Gerölle mit gefurchter Oberfläche.

Man findet oft Gerölle, deren Oberfläche mit einem ganzen Netze 1—2 mm. breiter, $^1/_2$—1 mm. tiefer, gerundeter Furchen überzogen ist, die an Kriech- oder Frassspuren von Würmern erinnern. Die Erscheinung findet

sich nur an kalkigen Geröllen, die nahe an der Oberfläche liegen; besonders häufig habe ich sie beobachtet an den Geschieben, welche die Felder der Juranagelfluh-Hochflächen der schwäbischen Alb in ungeheurer Menge bedecken.

Man könnte etwa an eine Auflösung durch Sickerwasser, also an eine Art Karrenbildung denken, allein die Gerölle sind für die Bildung von Wasserrinnen doch zu klein; auch könnten dieselben nicht auf der Unterseite der Gerölle auftreten und die Formen müssten viel schärfer sein. *Engel* (l. c. pag. 65) hat wahrscheinlich die richtige Erklärung für diese Erscheinung gegeben; er nimmt an, dass der kalkbedürftige Klee, der mit seinen Wurzeln die Gerölle umspinnt, ihnen den kohlensauren Kalk entzieht und so die kleinen Furchen einätzt; die Bauern der Alb nennen darum die Gerölle der Juranagelfluh „Klaiensteine", d. h. Kleesteine.

Angebohrte Gerölle.

Nach *Mösch, Würtenberger* u. a. sollen in der Juranagelfluh, zum Unterschied von der sog. Austernagelfluh, keine angebohrten Gerölle vorkommen; ich habe solche aber an vielen Orten gefunden, und zwar im Baselland, Aargau, auf dem Randen und der Alb.

Die Bohrlöcher haben einen Durchmesser von 1 mm. bis zu 1 cm., sie durchziehen das Gestein in allen Richtungen und kreuzen sich sehr oft; manche Gerölle sind ganz zerfressen. Die einen Bohrlöcher können eine Länge von 5—7 cm. erreichen; sie werden nach innen etwas dünner und sind, da sie meistens durch das ganze Geröll hindurch gehen, beinahe immer leer. Die andern sind nach unten flaschenförmig erweitert, höchstens 2—3 cm. lang und $^1/_2$—1 cm. dick; sie sind häufig ausgefüllt mit sandigem Material; wenn sie leer sind, so sind die Wände oft mit Calcitkriställchen bedeckt; manchmal sind noch Schalenreste der Bohrtiere, wahrscheinlich Fistulaneen, erhalten.

Das Vorkommen von Bohrlöchern ist ein Kennzeichen mariner Ablagerungen; damit ist aber nicht gesagt, dass die ganze Juranagelfluh eine Meeresbildung sei; die Bohrlöcher sind eben verhältnismässig doch sehr selten, während sie bei echten Meeresablagerungen, so an den im Grobkalk vorkommenden Geröllen, ungleich häufiger sind. Manche Partien der Juranagelfluh konnten in das Meer abgelagert werden, das sich aber bald aussüsste oder zurückzog; es wäre auch möglich, dass die angebohrten Gerölle zum Teil durch Erosion der marinen Bildungen in die Juranagelfluh gelangten, wie sich ja auch Schollen von mariner Molasse in derselben fanden.

Gerölle mit einem Überzuge.

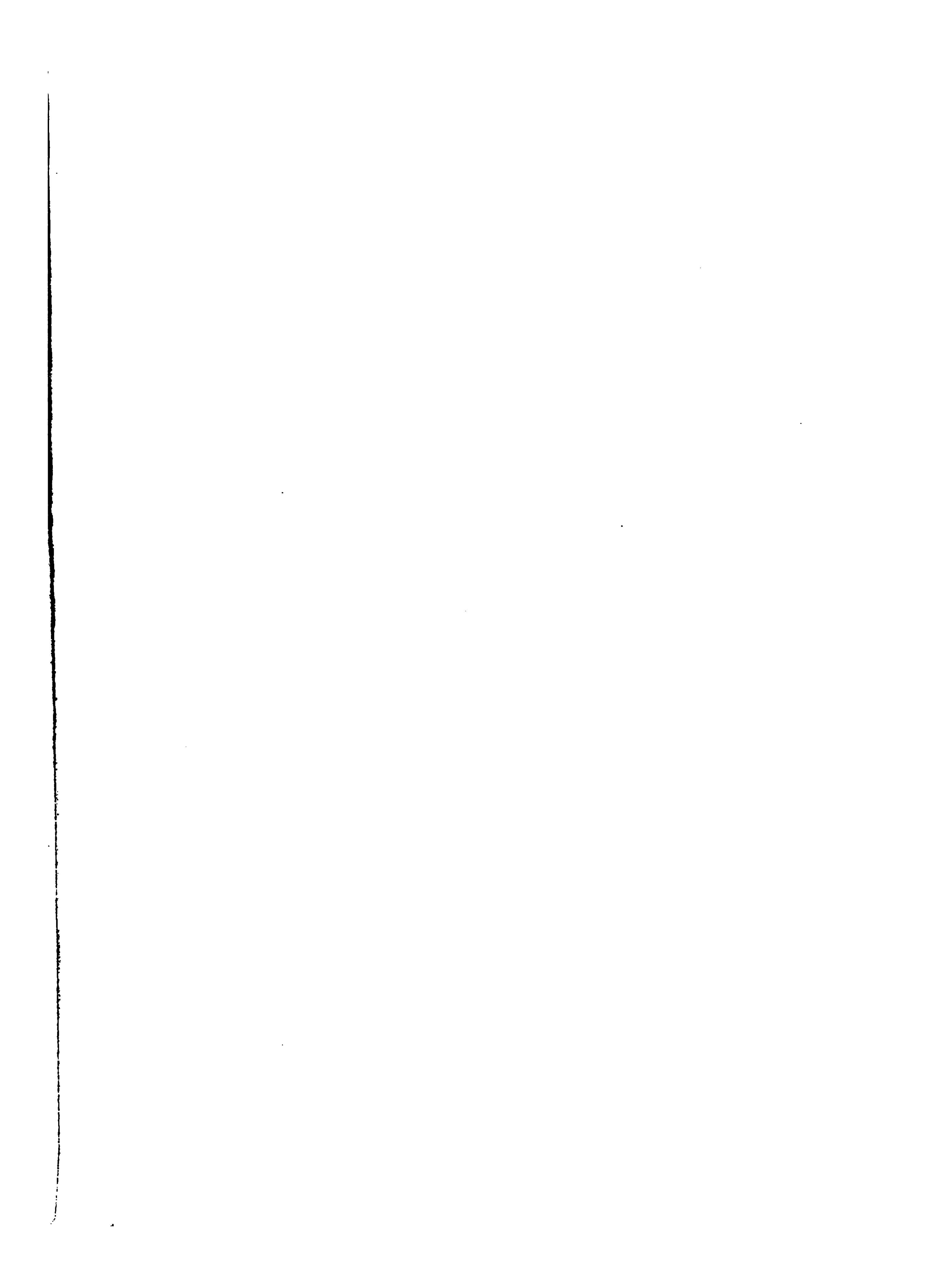
Häufig beobachtet man an den Geröllen der Juranagelfluh braune bis schwarze, dentritische, sehr feine Überzüge aus Manganoxydhydrat; daneben kommt auch der Calcit als Überzugsmineral nicht selten vor. An einigen Geröllen fand ich über dem körnigen Gestein einen 1—2 mm. dicken, äusserst fein geschichteten Kalküberzug; wahrscheinlich ist es ein nachträglicher Ansatz von Süsswasserkalk, wie man z. B. auch in den Helizitenmergeln oft eine Menge knolliger Konkretionen mit Überzügen von feingeschichtetem Süsswasserkalk bemerkt.

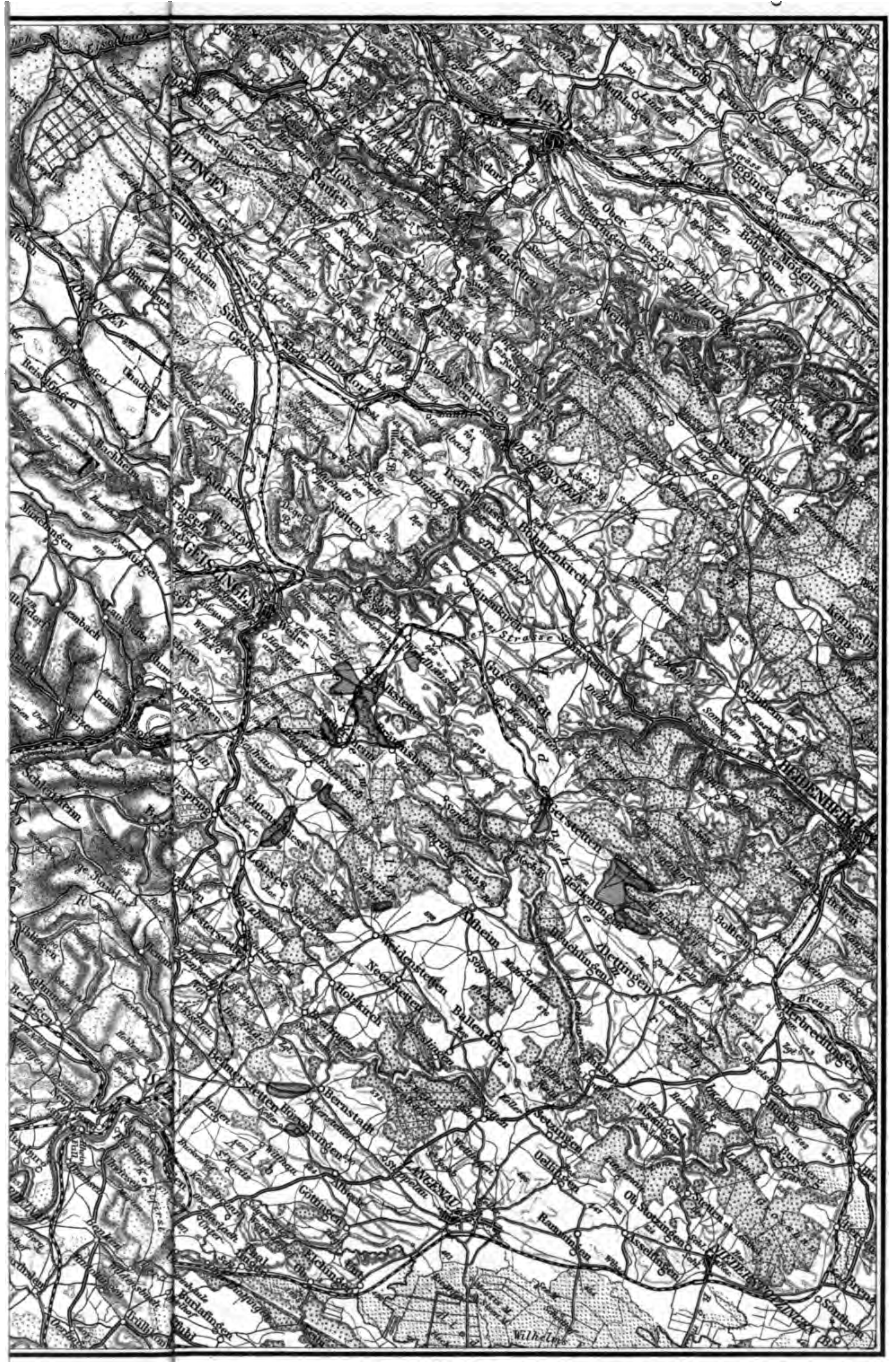
mburge

rg -

au

Wan





Bearbeitet im Königl. Württ. Statistischen Landesamt.

mburge

rg -

au

Nan

